Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

S C C S | **C S A S**

Secrétariat canadien de consultation scientifique | **Canadian Science Advisory Secretariat**

Document de recherche 2012/137 | **Research Document 2012/137**

Région du Québec | **Quebec Region**

Calcul de la biomasse reproductrice de maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve entre 2004 et 2009

Calculation of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) spawning biomass from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland between 2004 and 2009

François Grégoire[1], William Barry[2], Jim-Joseph Barry[2], Joe Barry[2], Jean-Louis Beaulieu[1], Marie-Hélène Gendron[1] et/and David LeBlanc[1]

[1]Direction des Sciences halieutiques et de l'aquaculture / Fisheries and aquaculture Science Branch
Ministère des Pêches et des Océans / Department of Fisheries and Oceans
Institut Maurice-Lamontagne / Maurice Lamontagne Institute
850 Route de la Mer
Mont-Joli, Québec
CANADA, G5H 3Z4

[2] Barry Group Inc.
415 Griffin Drive
Corner Brook, Newfoundland, A2H 3E9
Canada

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

This series documents the scientific basis for the evaluation of aquatic resources and ecosystems in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Ce document est disponible sur l'Internet à: This document is available on the Internet at:
http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1499-3848 (Imprimé / Printed)
ISSN 1919-5044 (En ligne / Online)
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2013
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2013
Canada

TABLE DES MATIÈRES / *TABLE OF CONTENTS*

Résumé iii

Abstract iii

1. **INTRODUCTION** 1

2. **MATÉRIEL ET MÉTHODES / *MATERIAL AND METHODS*** 1

   2.1 Analyses en laboratoire et abondance d'œufs (n/m^3 et n/m^2) / *Laboratory analyses and egg abundance (nb/m^3 and nb/m^2)* 2
   2.2 Temps d'incubation (h) et production quotidienne d'œufs (n/m^2) / *Incubation time (hr) and daily egg production (nb/m^2)* 2
   2.3 Aires (km^2) des zones échantillonnées / *Areas (km^2) of the sampling zones* 3
   2.4 Proportion d'œufs pondus quotidiennement / *Proportion of eggs spawned daily* 3
   2.5 Production totale d'oeufs / *Total egg production* 4
   2.6 Biomasse reproductrice (t) / *Spawning biomass (t)* 5

3. **RÉSULTATS / *RESULTS*** 5

   3.1 Plan d'échantillonnage / *Sampling design* 5
   3.2 Profondeur échantillonnée (m) et volume d'eau filtrée (m^3) / *Sampled depth (m) and filtered volume of water (m^3)* 6
   3.3 Nombre d'œufs par stade de développement (n/m^3 et n/m^2) / *Number of eggs by stage of development (nb/m^3 and nb/m^2)* 6
   3.4 Température moyenne de l'eau (°C) dans la couche 0-10 m / *Mean water temperature (°C) in the 0-10 m layer* 7
   3.5 Temps d'incubation (h) / *Incubation time (hr)* 7
   3.6 Production quotidienne d'œufs (n/m^2) / *Daily egg production (nb/m^2)* 8
   3.7 Indice gonado-somatique et proportion d'œufs pondus quotidiennement / *Gonadosomatic index and proportion of eggs spawned daily* 9
   3.8 Production totale d'œufs et paramètres biologiques / *Total egg production and biological parameters* 9
   3.9 Biomasse reproductrice (t) / *Spawning biomass (t)* 10

4. **CONCLUSION** 10

5. **REMERCIEMENTS / *ACKNOWLEDGEMENTS*** 12

6. **RÉFÉRENCES / *REFERENCES*** 12

Tableaux / *Tables* 15

Figures / *Figures* 28

La présente publication doit être citée comme suit :
Grégoire, F., Barry, W., Barry, J.-J., Barry, J., Beaulieu, J.-L., Gendron, M.-H., et LeBlanc, D. 2013. Calcul de la biomasse reproductrice de maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve entre 2004 et 2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2012/137. iii + 37 pp.

Correct citation for this publication:
Grégoire, F., Barry, W., Barry, J.-J., Barry, J., Beaulieu, J.-L., Gendron, M.-H., and LeBlanc, D. 2013. Calculation of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) spawning biomass from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland between 2004 and 2009. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/137. iii + 37 pp.

RÉSUMÉ

En partenariat avec l'industrie, des relevés d'ichtyoplancton ont été réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve entre 2004 et 2009. Ces relevés avaient pour objectifs de décrire la distribution spatiale et de calculer l'abondance des larves de deux espèces commerciales importantes, soit le hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus harengus*) et le capelan (*Mallotus villosus*). Des œufs et des larves de maquereau bleu (*Scomber scombrus*) ont aussi été récoltés lors de ces relevés. Les productions totales d'œufs de maquereau bleu ont été converties en biomasses reproductrices en appliquant la même méthodologie utilisée pour les relevés d'abondance d'œufs du sud du golfe du Saint-Laurent. Pour la zone située entre les baies de Bonne Bay et de Port au Port, les biomasses reproductrices sont passées de 1 911 t en 2004 à 12 321 t en 2008 et à 11 803 t en 2009. Pour la baie St-George uniquement, des biomasses reproductrices de 1 821, 5 865 et 5 641 t ont été calculées en 2007, 2008 et 2009. Pour la zone comprise entre les baies de Bonne Bay et St. George, les biomasses calculées pour ces trois années ont été respectivement de 13 234, 19 682 et 13 729 t. Bien que ces biomasses soient inférieures à celles mesurées dans le sud du golfe du Saint-Laurent, elles représentent des valeurs non négligeables compte tenu de la faible étendue de la zone échantillonnée.

ABSTRACT

In partnership with industry, ichthyoplankton surveys were conducted on the west coast of Newfoundland between 2004 and 2009. The objectives of these surveys were to describe the spatial distribution and to calculate the abundance of the larvae of two important commercial species: Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*) and capelin (*Mallotus villosus*). Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) eggs and larvae were also collected during these surveys. Total Atlantic mackerel egg productions were converted into spawning biomasses by applying the same methodology used for the egg abundance surveys in the southern Gulf of St. Lawrence. For the area between Bonne Bay and Port au Port Bay, spawning biomasses ranged from 1,911 t in 2004 to 12,321 t in 2008 and 11,803 t in 2009. For St. George's Bay alone, spawning biomasses of 1,821, 5,865 and 5,641 t were calculated in 2007, 2008 and 2009. For the area between Bonne Bay and St. George's Bay, biomasses calculated for those three years were 13,234, 19,682 and 13,729 t, respectively. Although these biomasses are below those measured in the southern Gulf of St. Lawrence, they represent non-negligible values given the small size of the area sampled.

1. INTRODUCTION

En partenariat avec l'industrie (le Groupe Barry), cinq relevés d'ichtyoplancton ont été réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve entre 2004 et 2009. Ces relevés avaient pour objectifs de décrire la distribution spatiale et de calculer l'abondance des larves de hareng (*Clupea harengus harengus*) et de capelan (*Mallotus villosus*) échantillonnées entre les baies de Bonne Bay et St-George (Figure 1). En plus du hareng et du capelan, les œufs et les larves d'un grand nombre d'espèces, dont le maquereau bleu (*Scomber scombrus*), ont été échantillonnés lors de ces relevés (Grégoire *et al.* 2006, 2009a, 2011a, 2011b).

La présence d'un grand nombre d'œufs et de larves de maquereau bleu sur la côte ouest de Terre-Neuve s'est avérée une surprise car il est généralement reconnu que le sud du golfe du Saint-Laurent représente la principale aire de ponte de l'espèce en eaux canadiennes (Sette 1943, Arnold 1970). Cependant, avant le relevé de 2004, il n'existait aucune information concernant la ponte du maquereau bleu dans les principales baies de la côte ouest de Terre-Neuve.

À partir des productions quotidiennes et totales d'œufs, des biomasses reproductrices de maquereau bleu ont été calculées pour les relevés de 2004 et 2005 (Grégoire *et al.* 2008a) et pour ceux de 2007 et 2008 (Grégoire *et al.* 2009b). L'objectif de la présente étude consistait à calculer la biomasse reproductrice du relevé de 2009, le dernier de cette série, et à comparer les résultats à ceux des relevés précédents.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les biomasses reproductrices de maquereau bleu des relevés de la côte

1. INTRODUCTION

In partnership with industry (the Barry Group), five ichthyoplankton surveys were conducted on the west coast of Newfoundland between 2004 and 2009. The objectives of these surveys were to describe the spatial distribution and to calculate the abundance of herring (*Clupea harengus harengus*) and capelin (*Mallotus villosus*) larvae sampled between Bonne Bay and St. George's Bay (Figure 1). Eggs and larvae of a large number of species other than herring and capelin were sampled during these surveys, including the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) (Grégoire *et al.* 2006, 2009a, 2011a, 2011b).

The presence of a large number of Atlantic mackerel eggs and larvae on the west coast of Newfoundland proved to be surprising because it is generally recognized that the southern Gulf of St. Lawrence is the main spawning area of the species in Canadian waters (Sette 1943, Arnold 1970). However, before the 2004 survey, there was no information on Atlantic mackerel spawning in the main bays on the west coast of Newfoundland.

From the daily and total egg productions, Atlantic mackerel spawning biomasses were calculated for the 2004 and 2005 surveys (Grégoire *et al.* 2008a) and for those of 2007 and 2008 (Grégoire *et al.* 2009b). The objective of this study consisted in calculating the spawning biomass from the 2009 survey, the last in this series, and in comparing the results to those of previous surveys.

2. MATERIAL AND METHODS

Atlantic mackerel spawning biomasses from the west coast of Newfoundland

ouest de Terre-Neuve ont été calculées en appliquant la même méthodologie que celle utilisée pour le relevé du sud du golfe du Saint-Laurent (Grégoire *et al.* 2008b). Les principales étapes de cette méthodologie sont présentées dans les sections suivantes.

2.1 ANALYSES EN LABORATOIRE ET ABONDANCE D'ŒUFS (n/m^3 ET n/m^2)

Chaque échantillon de plancton a été fractionné selon la méthode des béchers de Van Guelpen (Van Guelpen *et al.* 1982) puis trié jusqu'à une concurrence de 100 œufs de maquereau bleu ou un maximum de 6 heures de travail. Les œufs et les larves de toutes les espèces de poissons ont été identifiés selon les critères présentés dans Fritzsche (1978), Elliott et Jimenez (1981) et Fahay (1983). Les œufs de maquereau bleu ont été classés selon leur stade de développement (Girard 2000). Les décomptes d'œufs ont été rapportés pour l'ensemble de l'échantillon et standardisés en nombres par m^3 et m^2 en tenant compte du volume (m^3) d'eau filtrée et de la profondeur (m) maximale échantillonnée.

2.2 TEMPS D'INCUBATION (h) ET PRODUCTION QUOTIDIENNE D'OEUFS (n/m^2)

Puisque leur temps d'incubation est connu, seuls les œufs des stades 1 et 5 (œufs de stade 1 qui ont été brisés lors de l'échantillonnage ou du rinçage des filets) ont été utilisés pour calculer la production quotidienne d'œufs (n/m^2). En fonction de la température à chaque station, le temps d'incubation a été calculé selon le modèle de Lockwood *et al.* (1977) pour le maquereau bleu du nord-est de l'Atlantique. La production journalière d'œufs par station a par la suite été définit comme suit:

surveys were calculated by applying the same methodology used for the survey in the southern Gulf of St. Lawrence (Grégoire *et al.* 2008b). The main steps of this methodology are presented in the sections that follow.

2.1 LABORATORY ANALYSES AND EGG ABUNDANCE (nb/m^3 AND nb/m^2)

Each plankton sample was split using the Van Guelpen beaker technique (Van Guelpen *et al.* 1982) and sorted up to a limit of 100 Atlantic mackerel eggs or six hours of work. All fish species' eggs and larvae were identified using the criteria in Fritzsche (1978), Elliott and Jimenez (1981) and Fahay (1983). Atlantic mackerel eggs were also classified based on their stage of development (Girard 2000). Egg counts were recorded for the entire sample and standardized in numbers by m^3 and m^2 while taking into account the volume of filtered water (m^3) and the maximum sampled depth (m).

2.2 INCUBATION TIME (hr) AND DAILY EGG PRODUCTION (nb/m^2)

Because their incubation time is known, only eggs of stages 1 and 5 (stage 1 eggs that have been broken during the sampling or washing of the nets) were used to calculate the daily egg production (nb/m^2). According to the temperature at each station, incubation time was calculated based on the model in Lockwood *et al.* (1977) for northeastern Atlantic mackerel. Daily egg production per station was later defined as follows:

$$\frac{\text{Abondance (stades 1 et 5) (n/m}^2\text{)}}{\text{Temps d'incubation (h)}} \bullet 24\,\text{h}$$

La production journalière moyenne d'œufs pour l'ensemble des stations a été calculée par krigeage ordinaire. Le variogramme a été choisi et le calcul de la semivariance a été réalisé à l'aide du logiciel GS$^+$ (Robertson 1998). EVA II (Petitgas et Lafont 1997) a été utilisé pour calculer les variances et les moyennes de krigeage.

2.3 AIRES (km^2) DES ZONES ÉCHANTILLONNÉES

Les relevés de 2004 et 2005 ont été réalisés dans la zone comprise entre le sud de la baie de Bonne Bay et la baie de Port au Port (Figures 1 et 2). À partir de 2007, il a été convenu avec l'Industrie d'inclure la baie St-George dans le plan d'échantillonnage puisque cette dernière représente une importante zone de ponte pour le hareng et le capelan de cette région. Le nombre de jours alloué à la réalisation des relevés étant limité, neuf des 39 stations échantillonnées en 2004 et 2005 ont été enlevées du plan d'échantillonnage des relevés de 2007, 2008 et 2009. Ce changement associé à une réorganisation des stations existantes et à l'addition de nouvelles stations dans la baie St-George ont conduit à une nouvelle évaluation (par ÉVA II) de l'aire des zones échantillonnées. L'aire associée aux relevés de 2004 et 2005 est donc passée de 2 470 km^2 à 3 214 km^2 en 2007, 2008 et 2009 et celle de la baie St-George a été estimée à 1 512 km^2 pour un grand total de 4 718 km^2.

2.4 PROPORTION D'ŒUFS PONDUS QUOTIDIENNEMENT

La proportion d'œufs pondus à la date médiane des relevés a été calculée à l'aide d'une courbe de densité provenant d'un modèle logistique annuel décrivant

$$\frac{\text{Abundance (stages 1 and 5) (nb/m}^2\text{)}}{\text{Incubation time (hr)}} \bullet 24\,\text{hr}$$

Mean daily egg production for all stations was calculated by ordinary kriging. The variogram was chosen and the semivariance was calculated using GS$^+$ (Robertson 1998). EVA II (Petitgas and Lafont 1997) was used to calculate kriging variances and averages.

2.3 AREAS (km^2) OF THE SAMPLING ZONES

The 2004 and 2005 surveys were conducted in the area located between Bonne Bay (the southern part) and Port au Port Bay (Figures 1 and 2). From 2007 onward, it was agreed with industry to include St. George's Bay in the sampling design because it represents a significant spawning area for herring and capelin in that region. The number of days allotted for conducting these surveys being limited, nine of the 39 stations sampled in 2004 and 2005 were removed from the sampling design of the 2007, 2008 and 2009 surveys. This change associated with a reorganization of the existing stations and the addition of new stations in St. George's Bay led to a new assessment (by EVA II) of the area of the sampled zones. The area associated with the 2004 and 2005 surveys therefore went from 2,470 km^2 to 3,214 km^2 in 2007, 2008 and 2009 and that of St. George's Bay was estimated at 1,512 km^2 for a grand total of 4,718 km^2.

2.4 PROPORTION OF EGGS SPAWNED DAILY

The proportion of eggs spawned at the median date of the surveys was calculated using a density curve taken from an annual logistic model describing daily

les changements journaliers de l'indice gonado-somatique (IGS). Cette nouvelle approche a été préférée à la courbe de densité normale, de même étendue et ayant un maximum se produisant toujours à la même date qui était utilisée dans le passé pour les relevés du sud du Golfe (Grégoire *et al.* 2008b). Le modèle logistique employé est décrit de la façon suivante :

$$y - y_0 + \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b\right]}$$

où :

x= jour de l'année

y= indice gonado-somatique moyen par jour de l'année calculé à partir des données biologiques

et y_0, a, x_0 et b étant les paramètres à être modélisés.

Les relevés d'ichtyoplancton ont tous été réalisés au mois de juillet (entre le 15 et le 21 juillet). Comme la pêche commerciale sur la côte ouest de Terre-Neuve se déroule principalement à l'automne (MPO 2008; Grégoire *et al.* 2009c), il n'a pas été possible d'obtenir des échantillons de poissons matures de cet endroit. Les indices gonado-somatiques utilisés dans les modèles logistiques ont donc été calculés à partir d'échantillons provenant principalement du sud du golfe du Saint-Laurent. Ces mêmes échantillons ont été utilisés pour calculer le poids (g) d'un poisson, la fécondité des femelles et le rapport des sexes (proportion des femelles). Tous ces paramètres ont été utilisés pour convertir les productions totales d'œufs en biomasses reproductrices.

2.5 PRODUCTION TOTALE D'OEUFS

La production totale d'œufs a été calculée en divisant le produit de la production journalière moyenne d'œufs et de la

changes in the gonadosomatic index (GSI). This new approach was preferred to the normal density curve, of the same range and with a maximum occurring always at the same date that was used in the past for the surveys in the southern Gulf (Grégoire *et al.* 2008b). The logistic model used is described as follows:

$$y - y_0 + \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b\right]}$$

where :

x = day of year

y = mean gonadosomatic index by day of year calculated from biological data

and y_0, a, x_0 and b being parameters to be modeled.

The ichthyoplankton surveys were all conducted in July (between July 15 and July 21). Given that commercial fishing on the west coast of Newfoundland occurs mainly in the fall (DFO 2008; Grégoire *et al.* 2009c), it was not possible to obtain samples of mature fish from this location. Gonadosomatic indices used in the logistic models were therefore calculated from samples collected mainly in the southern Gulf of St. Lawrence. These same samples were used to calculate the weight (g) of a fish, the fecundity of the females and the sex ratio (proportion of females). All these parameters were used to convert total egg production into spawning biomasses.

2.5 TOTAL EGG PRODUCTION

Total egg production was calculated by dividing the product of the mean daily egg production and the surface of the area

surface de la zone échantillonnée par la proportion d'œufs pondus à la date médiane des relevés.

2.6 BIOMASSE REPRODUCTRICE (t)

La biomasse reproductrice (t) a été calculée selon la méthode de la production totale d'œufs (MPTO) qui est définit de la façon suivante :

$$B = \frac{P \times A \times W}{S \times F \times R \times 10^6}$$

où:

P = Production journalière moyenne d'œufs (n/m^2) par station (moyenne de krigeage)

A = Aire (m^2) des zones échantillonnées (3,214 × 10^9 m^2, 1,512 × 10^9 m^2, et 4,718 × 10^9 m^2)

W = Poids (g) moyen d'un poisson

S = Proportion d'œufs pondus à la date médiane d'un relevé

F = Fécondité des femelles (Pelletier 1986)

R = Rapport des sexes (proportion des femelles dans les échantillons biologiques)

10^6 = Facteur de conversion de gramme en tonne

sampled by the proportion of eggs spawned at the median date of the surveys.

2.6 SPAWNING BIOMASS (t)

Spawning biomass (t) was calculated using the Total Egg Production Method (TEPM), which is defined as follows:

$$B = \frac{P \times A \times W}{S \times F \times R \times 10^6}$$

where:

P = Mean daily egg production (nb/m^2) per station (kriging average)

A = Area (m^2) of the zones sampled (3.214 × 10^9 m^2, 1.512 × 10^9 m^2, and 4.718 × 10^9 m^2)

W = Mean weight (g) of a fish

S = Proportion of eggs spawned at the median date of a survey

F = Fecundity of females (Pelletier 1986)

R = Sex ratio (proportion of females in biological samples)

10^6 = Factor for converting grams into tonnes

3. RÉSULTATS

3.1 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Le relevé de 2009 a été réalisé entre le 15 et le 18 juillet. Les stations du côté nord de la baie des Îles et celles situées au sud de la baie de Bonne Bay ont été échantillonnées en premier (Figure 3). Le relevé s'est déplacé par la suite à la

3. RESULTS

3.1 SAMPLING DESIGN

The 2009 survey was conducted between July 15 and 18. Stations on the north side of the Bay of Islands and south of Bonne Bay were the first to be sampled (Figure 3). Station 5 in the Bay of Islands and the stations in Port au Port and St.

station 5 de la baie des Îles et aux stations situées dans les baies de Port au Port et St-George. Les dernières stations échantillonnées ont été celles situées au large de la baie des Îles. Les stations 2, 6, 10, 23, 35, 40, 45 et 46 n'ont pu être échantillonnées en raison du mauvais temps. De plus, des problèmes avec la sonde CTD ont été rencontrés aux stations 9, 13, et 20.

George's bays were next. The last stations sampled were those off the Bay of Islands. Stations 2, 6, 10, 23, 35, 40, 45 and 46 could not be sampled due to bad weather. Also, there were problems with the CTD at stations 9, 13 and 20.

3.2 PROFONDEUR ÉCHANTILLONNÉE (m) ET VOLUME D'EAU FILTRÉE (m^3)

Lors des relevés de 2004 et 2005, la colonne d'eau avait été échantillonnée à des profondeurs variant de 7 à 61 m (Tableau 1) comparativement à 8 et 65 m en 2007 et 2008 et à 9 et 56 m en 2009 (Tableau 2). Les volumes d'eau filtrée moyens étaient de 265 et 256 m^3 en 2004 et 2005 et de 253 et 393 m^3 en 2007 et 2008. En 2009, les volumes d'eau filtrée ont varié de 127 à 384 m^3 pour une moyenne de 270 m^3.

3.2 SAMPLED DEPTH (m) AND FILTERED VOLUME OF WATER (m^3)

During the 2004 and 2005 surveys, the water column had been sampled at depths ranging from 7 to 61 m (Table 1) compared to 8 and 65 m in 2007 and 2008 and to 9 and 56 m in 2009 (Table 2). Mean volumes of filtered water were 265 and 256 m^3 in 2004 and 2005 and 253 and 393 m^3 in 2007 and 2008. In 2009, volumes of filtered water ranged from 127 to 384 m^3 for an average of 270 m^3.

3.3 NOMBRE D'ŒUFS PAR STADE DE DÉVELOPPEMENT (n/m^3 ET n/m^2)

En 2004, un total de 749 œufs avait été échantillonné comparativement à 3 263 œufs en 2005 (Tableau 3). En 2007, un total de 1 104 œufs avait été échantillonné par rapport à 11 446 et 3 990 œufs en 2008 et 2009 (Tableau 4).

Une moyenne de 15,1 œufs (stades 1 et 5) par station avait été calculée en 2004 par rapport à 46,2 œufs en 2005 (Tableau 5). En 2007 et 2008, les moyennes ont été de 9,6 et 95,9 œufs, respectivement, par rapport à 57,0 œufs en 2009 (Tableau 6). En 2004 et 2005, les nombres moyens par m^3 avaient été de 0,06 et 0,17 comparativement à 1,74 et 4,43 œufs par m^2. En 2007, 2008 et 2009, les nombres moyens par m^3 ont été de 0,04, 0,23 et 0,21 par rapport à des moyennes de 1,34, 5,95 et 5,33 œufs/m^2.

3.3 NUMBER OF EGGS BY STAGE OF DEVELOPMENT (nb/m^3 AND nb/m^2)

In 2004, a total of 749 eggs had been sampled compared to 3,263 eggs in 2005 (Table 3). In 2007, a total of 1,104 eggs had been sampled compared to 11,446 and 3,990 eggs in 2008 and 2009 (Table 4).

An average of 15.1 eggs (stage 1 and 5) per station had been calculated in 2004 compared to 46.2 in 2005 (Table 5). In 2007 and 2008, the averages were 9.6 and 95.9 eggs, respectively, compared to 57.0 eggs in 2009 (Table 6). In 2004 and 2005, the mean numbers per m^3 had been 0.06 and 0.17 compared to 1.74 and 4.43 eggs per m^2. In 2007, 2008 and 2009, the mean numbers per m^3 were 0.04, 0.23 and 0.21 compared to averages of 1.34, 5.95 and 5.33 eggs/m^2.

En 2004 et 2005, les plus fortes abondances d'œufs (n/m^2) avaient été retrouvées principalement aux stations situées au large de la baie des Îles (Figures 4A et 4B). En 2007, les stations situées du côté est de la baie St-George ont enregistré les plus fortes abondances (Figure 5A). Ces mêmes stations et celles situées dans la baie des Îles et au large de cette dernière ont dominé en 2008 (Figure 5B). En 2009, les plus fortes abondances ont été mesurées aux stations situées entre la baie des Îles et la baie de Port au Port et à deux stations situées du côté ouest de la baie St-George (Figure 5C).

3.4 TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'EAU (°C) DANS LA COUCHE 0-10 m

En 2004 et 2005, les températures moyennes de l'eau dans les 10 premiers mètres étaient de 13,2 (étendue : 12,3-15,0) et 14,5 (13,6-16,4) °C, respectivement, comparativement à 14,8 (13,5-16,4) et 15,0 (13,6-17,0) °C en 2007 et 2008 (Tableau 2). En 2009, la température moyenne était de 14,4 (12,6-15,7) °C.

En 2004 et 2005, les températures les plus élevées de la couche 0-10 m avaient été mesurées à l'intérieur de la baie des Îles et dans la baie de Port au Port (Figures 4C et 4D). Un patron similaire a été observé pour les relevés de 2007, 2008 et 2009 (Figures 5D, 5E et 5F).

3.5 TEMPS D'INCUBATION (h)

Les temps d'incubation moyens calculés en 2004 et 2005 ont été respectivement de 36,9 (29,9-41,0) et 31,8 (26,0-35,2) h (Tableau 7) comparativement à 30,9 (25,9-35,4) et 30,0 (24,5-35,2) h en 2007 et 2008 (Tableau 8). En 2009, le temps d'incubation moyen a été de 32,3 (27,7-39,7) h.

In 2004 and 2005, the highest abundances of eggs (nb/m^2) had been found mainly at the stations off the Bay of Islands (Figures 4A and 4B). In 2007, the stations that are located on the east side of St. George's Bay recorded the highest abundances (Figure 5A). These same stations and those in and off the Bay of Islands dominated in 2008 (Figure 5B). In 2009, the highest abundances were measured at stations between the Bay of Islands and Port au Port Bay and at two stations located on the west side of St. George's Bay (Figure 5C).

3.4 MEAN WATER TEMPERATURE (°C) IN THE 0-10 m LAYER

In 2004 and 2005, the mean water temperatures in the first 10 metres were 13.2 (range: 12.3-15.0) and 14.5 (13.6-16.4) °C, respectively, compared to 14.8 (13.5-16.4) and 15.0 (13.6-17.0) °C in 2007 and 2008 (Table 2). In 2009, mean temperature was 14.4 (12.6-15.7) °C.

In 2004 and 2005, the highest temperatures in the 0-10 m layer had been measured in the Bay of Islands and in Port au Port Bay (Figures 4C and 4D). A similar pattern was observed for the 2007, 2008 and 2009 surveys (Figures 5D, 5E and 5F).

3.5 INCUBATION TIME (hr)

Mean incubation times calculated in 2004 and 2005 were 36.9 (29.9-41.0) and 31.8 (26.0-35.2) hr (Table 7) compared to 30.9 (25.9-35.4) and 30.0 (24.5-35.2) hr in 2007 and 2008 (Table 8). In 2009, mean incubation time was 32.3 (27.7-39.7) hr.

3.6. PRODUCTION QUOTIDIENNE D'OEUFS (n/m^2)

Les productions quotidiennes moyennes d'œufs avaient été de 1,13 (0,00-5,43) et 3,33 (0,02-13,70) n/m^2 en 2004 et 2005 (Tableau 7) par rapport à 1,13 (0,00-7,80) et 5,05 (0,14-28,46) n/m^2 en 2007 et 2008 (Tableau 8). En 2009, la production quotidienne moyenne d'œufs a été de 6,82 (0,18-31,19) n/m^2.

En 2004 et 2005, les plus importantes productions quotidiennes d'œufs avaient été mesurées aux stations de la baie des Îles et à celles situées au large de cette dernière (Figures 6A et 6B). En 2007, les plus importantes productions d'œufs ont été mesurées aux stations de la baie St-George et en 2008, à ces mêmes stations et à celles situées entre Bonne Bay et la baie de Port au Port (Figures 7A et 7B). En 2009, les plus fortes productions d'œufs ont été mesurées aux stations situées entre la baie des Îles et la baie de Port au Port et aux stations de la côte ouest de la baie St-George (Figure 7C). Les productions quotidiennes krigées présentent les mêmes profils (Figures 6C, 6D, 7D, 7E et 7F).

Un variogramme exponentiel avait été utilisé pour calculer la production quotidienne moyenne d'œufs en 2004 comparativement à des variogrammes sphériques pour tous les autres relevés (Tableau 9). Pour la région située entre le sud de la baie de Bonne Bay et la baie de Port au Port, les productions quotidiennes moyennes (krigées) d'œufs ont varié de 0,47 à 4,31 n/m^2 entre 2004 et 2008 et ont atteint 7,61 n/m^2 en 2009 (Tableau 10). Dans la baie St-George, elles ont varié de 0,46 à 7,73 n/m^2 entre 2007 et 2009 et de 1,08 à 6,03 n/m^2 pour toutes les zones échantillonnées.

3.6 DAILY EGG PRODUCTION (nb/m^2)

The mean daily egg productions had been 1.13 (0.00-5.43) and 3.33 (0.02-13.70) nb/m^2 in 2004 and 2005 (Table 7) compared to 1.13 (0.00-7.80) and 5.05 (0.14-28.46) nb/m^2 in 2007 and 2008 (Table 8). In 2009, the mean daily egg production was 6.82 (0.18-31.19) nb/m^2.

In 2004 and 2005, the largest daily egg production had been measured at stations in and off the Bay of Islands (Figures 6A and 6B). In 2007, the largest egg productions were measured at the stations of St. George's Bay and in 2008, at these same stations and at those between Bonne Bay and Port au Port Bay (Figures 7A and 7B). In 2009, the largest egg production were measured at stations between the Bay of Islands and Port au Port Bay and at the stations on the west side of St. George's Bay (Figure 7C). Daily kriged productions presented the same profiles (Figures 6C, 6D, 7D, 7E and 7F).

An exponential variogram had been used to calculate mean daily egg production in 2004 whereas spherical variograms were used for the other surveys (Table 9). For the region between Bonne Bay (the southern part) and Port au Port Bay, mean (kriged) daily egg productions ranged from 0.47 to 4.31 nb/m^2 between 2004 and 2008 and reached 7.61 nb/m^2 in 2009 (Table 10). In St. George's Bay, they ranged from 0.46 to 7.73 nb/m^2 between 2007 and 2009 and from 1.08 to 6.03 nb/m^2 for all the areas sampled.

3.7 INDICE GONADO-SOMATIQUE ET PROPORTION D'ŒUFS PONDUS QUOTIDIENNEMENT

Les données biologiques récoltées entre 2004 et 2009 indiquent que la ponte se déroule généralement entre la fin du mois de mai et la mi-juillet, c'est-à-dire entre les jours de l'année 150 et 200 (Figures 8A, 8C, 8E, 8G et 8I). Entre 2004 et 2008, les maximums de ponte ont été observés entre le 22 juin (jour 173) et le 27 juin (jour 178) pour une durée variant de 22 à 33 jours (Tableau 11). En 2009, le maximum de ponte a été observé le 23 juin (jour 174) avec une durée de ponte de 44 jours.

Les courbes de densité indiquent que tous les relevés de la côte ouest de Terre-Neuve ont été réalisés à la toute fin des saisons de ponte (Figures 8B, 8D, 8F, 8H et 8J). Les proportions d'œufs pondus quotidiennement se sont donc avérées très faibles, variant d'une valeur minimale de 0,0005 en 2007 à une valeur maximale de 0,0036 en 2004 (Tableau 12).

3.8 PRODUCTION TOTALE D'ŒUFS ET PARAMÈTRES BIOLOGIQUES

Lors des relevés de 2004 et 2005, les productions totales avaient été évaluées à $1{,}24 \times 10^{11}$ et $2{,}85 \times 10^{11}$ œufs (Tableau 13). Suite au changement de surface apporté à partir de 2007, ces productions ont augmenté respectivement à $1{,}53 \times 10^{12}$ et $6{,}07 \times 10^{12}$ œufs (Tableau 14). Entre 2007 et 2009, les productions ont varié de $3{,}28 \times 10^{12}$ à $9{,}52 \times 10^{12}$ œufs. Pour la baie St-George uniquement, les productions totales ont varié de $1{,}52 \times 10^{12}$ à $4{,}53 \times 10^{12}$ œufs. Pour l'ensemble des baies, les productions totales d'œufs ont été évaluées à $1{,}1 \times 10^{13}$ en 2007, $1{,}52 \times 10^{13}$ en 2008 et finalement à $1{,}00 \times 10^{13}$ en 2009.

3.7 GONADOSOMATIC INDEX AND PROPORTION OF EGGS SPAWNED DAILY

Biological data collected between 2004 and 2009 shows that spawning generally occurs between late May and mid-July; i.e. between the days of the year 150 and 200 (Figures 8A, 8C, 8E, 8G and 8I). Between 2004 and 2008, spawning maximums were observed between June 22 (day 173) and June 27 (day 178) for a duration ranging from 22 to 33 days (Table 11). In 2009, maximum spawning was observed on June 23 (day 174) for a spawning duration of 44 days.

Density curves show that all surveys on the west coast of Newfoundland were conducted at the very end of spawning seasons (Figures 8B, 8D, 8F, 8H and 8J). Proportions of eggs spawned daily therefore turned out to be quite low, ranging from a minimum of 0.0005 in 2007 to a maximum of 0.0036 in 2004 (Table 12).

3.8 TOTAL EGG PRODUCTION AND BIOLOGICAL PARAMETERS

In the 2004 and 2005 surveys, total productions were estimated at 1.24×10^{11} and 2.85×10^{11} eggs (Table 13). Following the surface change from 2007, these productions increased to 1.53×10^{12} and 6.07×10^{12} eggs, respectively (Table 14). Between 2007 and 2009, productions ranged from 3.28×10^{12} to 9.52×10^{12} eggs. For St. George's Bay alone, total productions ranged from 1.52×10^{12} to 4.53×10^{12} eggs. For all of the bays, total egg productions were estimated at 1.1×10^{13} in 2007, 1.52×10^{13} in 2008 and 1.00×10^{13} in 2009.

La proportion des femelles dans les échantillons biologiques de 2009 a été estimée à 0,51 et le poids moyen d'un poisson à 342,18 g (Tableau 15). La fécondité moyenne a été estimée à 492 810 œufs ce qui représente la plus faible valeur mesurées depuis 2004.

3.9 BIOMASSE REPRODUCTRICE (t)

Les biomasses reproductrices calculées pour la zone couverte entre les baies de Bonne Bay et de Port au Port ont varié de 1 911 t en 2004 à 12 321 t en 2008 (Tableau 14 ; Figure 9). En 2009, les biomasses reproductrices ont atteint 11 803 t. Pour la baie St-George, elles sont passées de 1 821 t en 2007 à 5 865 t et 5 641 t en 2008 et 2009. Pour l'ensemble des baies échantillonnées par les relevés, des biomasses de 13 234 t et 19 682 t ont été mesurées en 2007 et 2008 par rapport à 13 729 t en 2009.

4. CONCLUSION

Les biomasses reproductrices de maquereau bleu calculées pour la côte ouest de Terre-Neuve sont inférieures à celles mesurées dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Cependant, les valeurs obtenues entre 2007 et 2009 ne sont pas négligeables compte tenu de la faible étendue de la zone échantillonnée. Ces biomasses reproductrices présentent aussi une tendance nette à la hausse depuis 2004. Comme les relevés de la côte-ouest de Terre-Neuve ont été réalisés au même moment de l'année, cette hausse pourrait être le résultat d'une augmentation réelle de biomasse ou d'une arrivée plus hâtive du maquereau bleu à cet endroit.

Les débarquements commerciaux indiquent que dans le passé le maquereau bleu était présent de façon sporadique sur la côte-ouest de Terre-Neuve (Grégoire *et al.* 2009c).

The proportion of females in the 2009 biological samples was estimated at 0.51 and the mean weight of a fish at 342.18 g (Table 15). The mean fecundity was estimated at 492,810 eggs, which represents the lowest value measured since 2004.

3.9 SPAWNING BIOMASS (t)

Spawning biomasses calculated for the area covered by Bonne Bay and Port au Port Bay ranged from 1,911 t in 2004 to 12,321 t in 2008 (Table 14; Figure 9). In 2009, spawning biomasses reached 11,803 t. For St. George's Bay, they went from 1,821 t in 2007 to 5,865 t and 5,641 t in 2008 and 2009. For all the bays covered by the surveys, biomasses of 13,234 t and 19,682 t were measured in 2007 and 2008 compared to 13,729 t in 2009.

4. CONCLUSION

Spawning biomasses of Atlantic mackerel calculated for the west coast of Newfoundland are lower than those measured in the southern Gulf of St. Lawrence. However, the values obtained between 2007 and 2009 are not negligible given the small size of the area sampled. These spawning biomasses have also presented a clear upward trend since 2004. As surveys on the west coast of Newfoundland were conducted at the same time of year, this increase may be the result of a real increase of biomass or an earlier arrival of Atlantic mackerel at this location.

Commercial landings show that in the past, Atlantic mackerel had a sporadic presence on the west coast of Newfoundland (Grégoire *et al.* 2009c). However, the presence of this species has

Cependant, la présence de cette espèce s'est accrue au cours des années 2000. En effet, les débarquements commerciaux sont passés de 2 020 t en 2000 à 44 183 t et 44 032 t en 2006 et 2007 (Grégoire *et al.* 2009c). Cette hausse significative des débarquements pourrait s'expliquer par une présence accrue du maquereau bleu sur la côte ouest de Terre-Neuve et pas nécessairement par une hausse d'abondance puisque l'indice des œufs pour le sud du golfe du Saint-Laurent est à la baisse depuis le milieu des années 1990 (MPO 2008), soit bien avant la hausse des débarquements de la côte-ouest de Terre-Neuve.

Le succès de la pêche sur la côte ouest de Terre-Neuve est fortement relié aux conditions météo (M. William Barry, Groupe Barry, comm. pers.). La force et la direction des vents semblent être un facteur clef dans la présence du maquereau bleu près des côtes. Ce phénomène devrait être étudié davantage d'autant plus que les positions de pêche des senneurs sont connues.

Les relevés de la côte-ouest de Terre-Neuve ne visaient pas le maquereau bleu, mais plutôt les larves de hareng et de capelan. La mi-juillet avait donc été choisie comme un moment propice à la réalisation de leur capture puisque la ponte de ces espèces se produit au cours des mois précédents. La mi-juillet correspond aussi à une pause dans les activités de pêche à la senne bourse. À d'autres moments de l'année, il aurait été plus difficile d'obtenir un grand senneur pour réaliser ce type de relevé.

Les résultats du relevé de 2009 seront incorporés à ceux des relevés réalisés sur le plateau néo-écossais (Grégoire *et al.* 2012) et dans le sud du golfe du Saint-Laurent. La réalisation de ces relevés au cours d'une même année avait pour but de préciser l'étendue de la zone de ponte du maquereau bleu en eaux canadiennes.

increased in the 2000s. In fact, commercial landings went from 2,020 t in 2000 to 44,183 t and 44,032 t in 2006 and 2007 (Grégoire *et al.* 2009c). This major increase in landings can be explained by an increased presence of Atlantic mackerel on the west coast of Newfoundland and not necessarily by an increase in abundance because the egg index for the southern Gulf of St. Lawrence has declined since the mid-1990s (DFO 2008), long before the increase in landings on the west coast of Newfoundland.

The success of the fishery on the west coast of Newfoundland depends very much on weather conditions (William Barry, Barry Group, pers. comm.). Wind strength and direction seem key factors in the presence of Atlantic mackerel near coastlines. This phenomenon should be studied further as the locations of seiners' fishing activities are known.

Surveys on the west coast of Newfoundland did not target the Atlantic mackerel; they focused on herring and capelin larvae. Mid-July was therefore chosen as the right time to catch them because these species spawn during the preceding months. That is also when there is a break in fishing activities with purse seines. At other times of the year, it would have been more difficult to get a large seiner in order to conduct this type of survey.

The 2009 survey results will be incorporated with those of the surveys conducted on the Scotian Shelf (Grégoire *et al.* 2012) and in the southern Gulf of St. Lawrence. The purpose in conducting these surveys in one year was to specify the size of the Atlantic mackerel spawning area in Canadian waters.

5. REMERCIEMENTS

De très sincères remerciements sont exprimés à l'égard des commandants et de l'équipage des grands senneurs de la côte-ouest de Terre-Neuve qui ont participé de façon exemplaire aux relevés. Des remerciements sont aussi exprimés à l'égard de Claude LeBlanc et Patrick Ouellet pour la révision du document.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank the captains and crew members of large seiners on the west coast of Newfoundland for their exemplary participation in the surveys. We would also like to thank Claude LeBlanc and Patrick Ouellet for revising the document.

6. RÉFÉRENCES / *REFERENCES*

Arnold, P. W. 1970. Spawning and aspects of the early life history of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) in the Gulf of St. Lawrence. B. Sc. Thesis. Acadia University, Wolfville, Nova Scotia. 73 pp.

DFO. 2008. Assessment of the Atlantic Mackerel stock for the Northwest Atlantic (Subareas 3 and 4) in 2007. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2008/041.

Elliott, E. M., and Jimenez, D. 1981. Laboratory manual for the identification of ichthyoplankton from the Beverly - Salem Harbor area. Dept. of Fisheries, Wildlife and Recreational Vehicles, Massachusetts. 230 pp.

Fahay, M. P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the southern Scotian Shelf. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 4: 1-423.

Fritzsche, R. A. 1978. Development of fishes of the mid-Atlantic Bight, an atlas of egg, larval and juvenile stages. Vol. V. Chaetodontidae through Ophidiidae. U.S. Fish. Wildl. Serv. Biol. Serv. Program. 340 pp.

Girard, L. 2000. Identification of mackerel (*Scomber scombrus* L.) eggs sampled during abundance surveys in the southern Gulf of St. Lawrence. *In* The Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) of NAFO Subareas 2 to 6. Chapter 4. Edited by F. Grégoire. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2000/021. pp. 119-137.

Grégoire, F., Barry, W., and Barry, J. 2006. West coast of Newfoundland capelin (*Mallotus villosus* M.) and Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) larval survey, part 2: Abundance estimates and marine community analyses of the data collected in partnership with the industry (Barry Group) in July 2004. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2650 (Part 2): viii + 50 p.

Grégoire, F., Barry, W., Barry, J., Gregan, O., Lévesque, C., Beaulieu, J.-L., and Gendron, M.-H. 2008a. Assessment of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) spawning stock biomass from the data of the ichthyoplankton surveys made on the west coast of Newfoundland in 2004 and 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/039. 26 pp.

Grégoire, F., Lévesque, C., Beaulieu, J.-L., and Gendron, M.-H. 2008b. Results of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) egg survey conducted in the southern Gulf of St. Lawrence in 2007. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/081. 68 pp.

Grégoire, F., Barry, W., Barry, J., Lévesque, C., Beaulieu, J.-L., and Gendron, M.-H. 2009a. West coast of Newfoundland capelin (*Mallotus villosus* M.) and Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) larval survey, part 4: Abundance estimates and marine community analyses of the data collected in partnership with the industry (Barry Group) in July 2005. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2837: viii + 43 p.

Grégoire, F., Barry, W., Barry, J.-J., Barry, J., Lévesque, C., Beaulieu, J.-L., and Gendron, M.-H. 2009b. Calculation of the Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus* L.) spawning biomass from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2007 and 2008. TRAC Res. Doc. 2009/09. 21 pp.

Grégoire, F., Lévesque, C., Beaulieu, J.-L., and Gendron, M.-H. 2009c. Commercial fishery and biology of the Atlantic mackerel (*Scomber Scombrus* L.) in NAFO Subareas 3 and 4 in 2007. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/025. vi + 161 p.

Grégoire, F., Barry, W., Barry, J., Lévesque, C., Beaulieu, J.-L., and Gendron, M.-H. 2011a. West coast of Newfoundland capelin (*Mallotus villosus* M.) and Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) larval survey, part 6: Abundance estimates and marine community analyses of the data collected in partnership with the industry (Barry Group) in July 2007. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2953: ix + 56 p.

Grégoire, F., Barry, W., Barry, J.-J., Barry, J., Lévesque, C., Beaulieu, J.-L., and Gendron, M.-H. 2011b. West coast of Newfoundland capelin (*Mallotus villosus* M.) and Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) larval survey, part 8: Abundance estimates and marine community analyses of the data collected in partnership with the industry (Barry Group) in July 2008. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2954: ix + 56 p.

Grégoire, F., Beaulieu, J.-L., Gendron, M.-H., and LeBlanc, D. 2012. Results of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) eggs survey conducted on the Scotian Shelf and the southern coast of Newfoundland in 2009. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/127. iv + 25 p.

Lockwood, S. J., Nichols, J. H., and Coombs, S. H. 1977. The development rates of mackerel (*Scomber scombrus* L.) eggs over a range of temperatures. ICES CM 1977/J: 13. 13 pp.

MPO. 2008. Évaluation du stock de maquereau bleu du nord-ouest de l'Atlantique (sous-régions 3 et 4) en 2007. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2008/041.

Pelletier, L. 1986. Fécondité du maquereau bleu, *Scomber scombrus* L., du golfe du Saint-Laurent. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 1467: v + 37 p.

Petitgas, P., and Lafont, T. 1997. EVA II: **E**stimation **VA**riance. Version 2. A geostatistical software on Windows 95 for the precision of fish stock assessment surveys. ICES CM 1997/Y: 22.

Robertson, G. P. 1998. GS$^+$: Geostatistics for the Environmental Sciences. Gamma Design Software. Plainwell, Michigan, USA. 152 pp.

Sette, O. E. 1943. Biology of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) of North America. Part 1. Early history. U.S. Fish. Wildlife Service. Fish. Bull. 38(50): 149-237.

Van Guelpen, L., Markle, D. F., and Duggan, D. J. 1982. An evaluation of accuracy, precision, and speed of several zooplankton sub-sampling techniques. J. Cons. Int. Explor. Mer. 40: 226-236.

Tableau 1. Positions des stations d'échantillonnage, profondeur échantillonnée (m), volume d'eau filtrée (m^3) et température (°C) moyenne des 10 premiers mètres d'eau pour les relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.*

Table 1. Locations of the sampling stations, sampled depth (m), volume of filtered water (m^3), and mean temperature (°C) of the first 10 meters of water for the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.*

STATION	LONGITUDE °W (degrés-minutes) / *(degrees-minutes)*	LATITUDE °N (degrés-minutes) / *(degrees-minutes)*	PROFONDEUR ÉCHANTILLONNÉE (m) / *SAMPLED DEPTH (m)*		VOLUME D'EAU FILTRÉE (m^3) / *VOLUME OF FILTERED WATER (m^3)*		TEMPÉRATURE (°C) (0-10 m) / *TEMPERATURE (°C) (0-10 m)*	
			2004	2005	2004	2005	2004	2005
1	58° 12'	49° 09'	46	44	273	235	13.1	14.8
2	58° 12'	49° 12'	43	39	231	230	13.0	14.4
3	58° 12'	49° 27'	25	12	268	276	12.7	14.1
4	58° 12'	49° 30'	28	29	259	269	13.0	13.6
5	58° 12'	49° 33'	49	33	255	287	12.3	13.6
6	58° 18'	49° 06'	54	53	332	292	13.6	15.5
7	58° 18'	49° 09'	46	33	256	319	13.8	15.2
8	58° 18'	49° 12'	51	36	316	295	13.8	14.8
9	58° 18'	49° 15'	56	58	240	258	13.0	14.5
10	58° 18'	49° 18'	19	8	274	277	12.8	14.5
11	58° 18'	49° 21'	35	26	240	246	12.6	13.9
12	58° 18'	49° 24'	45	35	288	270	12.7	14.0
13	58° 18'	49° 27'	50	38	244	282	12.5	13.8
14	58° 24'	49° 09'	47	34	395	290	13.5	14.7
15	58° 24'	49° 12'	33	30	284	267	13.0	14.4
16	58° 24'	49° 15'	38	30	270	280	13.0	14.1
17	58° 24'	49° 18'	28	17	244	251	12.9	14.2
18	58° 30'	49° 03'	45	37	279	303	13.7	15.0
19	58° 30'	49° 06'	61	47	240	222	13.1	14.2
20	58° 30'	49° 09'	53	43	298	172	12.7	13.9
21	58° 30'	49° 12'	53	35	257	230	12.5	13.9
22	58° 36'	48° 51'	40	34	175	240	13.1	14.4
23	58° 36'	48° 54'	16	12	272	260	13.6	14.1
24	58° 36'	48° 57'	31	26	263	238	13.5	13.8
25	58° 36'	49° 00'	46	29	268	280	13.1	15.3
26	58° 36'	49° 03'	46	31	252	268	12.5	14.8
27	58° 36'	49° 06'	46	33	281	213	12.4	14.5
28	58° 42'	48° 39'	23	26	300	265	14.3	16.4
29	58° 42'	48° 45'	16	13	260	260	14.7	15.7
30	58° 42'	48° 48'	11	12	244	274	13.5	15.1
31	58° 42'	48° 51'	12	10	258	260	13.4	13.9
32	58° 42'	48° 54'	22	21	245	194	13.1	13.7
33	58° 42'	48° 57'	24	20	253	187	13.2	13.6
34	58° 48'	48° 36'	11	16	256	309	13.2	14.9
35	58° 48'	48° 39'	12	10	268	266	13.6	15.6
36	58° 48'	48° 42'	13	7	251	289	15.0	16.3
37	58° 48'	48° 48'	13	25	247	214	13.4	14.0
38	58° 48'	48° 51'	39	30	249	164	13.1	13.7
39	58° 54'	48° 51'	14	8	245	266	13.3	15.1
Min.:			11	7	175	164	12.3	13.6
Moy.: / *Average*:			34	28	265	256	13.2	14.5
Max.:			61	58	395	319	15.0	16.4

* 2004: 15 au 17 juillet / *15 to 17 July*; 2005: 19 au 21 juillet / 19 to 21 July

Tableau 2. Positions des stations d'échantillonnage, profondeur échantillonnée (m), volume d'eau filtrée (m^3) et température (°C) moyenne des 10 premiers mètres d'eau pour les relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2007, 2008 et 2009.*

Table 2. Locations of the sampling stations, sampled depth (m), volume of filtered water (m^3), and mean temperature (°C) of the first 10 meters of water for the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2007, 2008, and 2009.*

STATION	LONGITUDE °W (degrés-minutes) / *(degrees-minutes)*	LATITUDE °N (degrés-minutes) / *(degrees-minutes)*	PROFONDEUR ÉCHANTILLONNÉE (m) / *SAMPLED DEPTH (m)*			VOLUME D'EAU FILTRÉE (m^3) / *VOLUME OF FILTERED WATER (m^3)*			TEMPÉRATURE (°C) (0-10 m) / *TEMPERATURE (°C) (0-10 m)*		
			2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
1	58° 12'	49° 09'	48	39	50	286	513	264	15.3	14.6	13.9
2	58° 12'	49° 12'	63	65	---	279	558	---	15.7	15.0	---
3	58° 12'	49° 27'	34	27	35	249	---	254	14.8	---	13.0
4	58° 12'	49° 33'	56	48	50	277	473	286	14.2	13.6	13.0
5	58° 18'	49° 06'	40	37	45	203	453	291	---	15.1	13.8
6	58° 18'	49° 11'	61	60	---	292	653	---	14.7	14.4	---
7	58° 18'	49° 15'	62	39	52	238	410	309	14.8	14.3	13.3
8	58° 18'	49° 20'	30	27	35	251	422	297	14.7	14.0	13.0
9	58° 18'	49° 27'	48	46	50	254	389	305	14.2	13.6	---
10	58° 24'	49° 11'	52	38	---	207	391	---	14.2	14.2	---
11	58° 24'	49° 15'	33	17	34	277	425	352	14.0	14.6	12.7
12	58° 24'	49° 20'	33	28	41	262	433	259	14.5	14.2	12.7
13	58° 30'	49° 03'	48	28	36	286	404	350	14.5	15.3	---
14	58° 30'	49° 07'	51	51	55	216	221	266	13.5	14.9	14.5
15	58° 30'	49° 12'	52	46	50	256	206	183	14.2	14.3	12.6
16	58° 36'	48° 51'	33	27	40	268	441	281	14.4	15.0	14.3
17	58° 36'	48° 57'	24	22	20	242	389	319	14.0	14.8	14.6
18	58° 36'	49° 03'	33	28	33	208	418	266	13.6	15.0	14.6
19	58° 36'	49° 07'	57	39	46	210	408	230	14.2	14.5	14.1
20	58° 42'	48° 39'	28	20	25	245	401	242	15.2	16.6	---
21	58° 42'	48° 45'	17	18	22	261	391	287	15.1	16.0	15.5
22	58° 42'	48° 51'	---	8	9	---	395	287	---	14.5	14.3
23	58° 42'	48° 57'	16	20	---	248	428	---	13.9	14.4	---
24	58° 48'	48° 36'	16	18	15	255	427	234	15.8	15.4	15.7
25	58° 48'	48° 39'	17	15	15	262	405	219	15.3	16.2	14.6
26	58° 48'	48° 42'	11	10	10	248	396	238	15.4	---	15.6
27	58° 48'	48° 48'	16	15	15	249	381	306	13.9	14.4	15.0
28	58° 48'	48° 51'	30	29	35	231	430	284	---	14.4	15.0
29	58° 54'	48° 39'	10	10	9	242	398	255	14.9	---	14.3
30	58° 54'	48° 45'	19	16	17	245	402	275	13.9	14.6	14.8
31	59° 06'	48° 39'	28	21	35	258	406	313	13.6	14.7	14.8
32	59° 18'	48° 30'	44	34	50	312	358	127	14.3	14.3	14.2
33	59° 06'	48° 28'	47	45	49	244	223	288	14.8	16.1	15.0
34	58° 54'	48° 28'	50	39	51	259	264	257	15.8	16.5	15.1
35	58° 42'	48° 30'	35	11	---	269	396	---	15.6	17.0	---
36	58° 36'	48° 30'	33	19	35	253	412	316	16.4	16.6	15.2
37	58° 36'	48° 27'	55	47	52	241	453	257	15.0	15.6	15.4
38	59° 12'	48° 24'	53	52	51	235	203	295	15.5	15.4	14.4
39	59° 00'	48° 24'	50	42	56	256	225	182	14.9	15.6	14.7
40	58° 48'	48° 24'	37	27	---	248	344	---	15.2	15.6	---
41	58° 42'	48° 24'	41	29	35	256	440	384	15.5	15.4	15.6
42	59° 06'	48° 18'	52	50	50	263	171	248	15.2	15.1	14.4
43	58° 54'	48° 18'	52	46	50	266	429	236	15.1	15.4	14.4
44	58° 48'	48° 18'	35	25	35	255	438	224	15.0	15.1	15.3
45	59° 00'	48° 12'	54	47	---	249	457	---	14.7	15.1	---
46	58° 54'	48° 13'	26	15	---	257	425	---	15.2	14.9	---
Min.:			10	8	9	203	171	127	13.5	13.6	12.6
Moy.: / *Average*:			38	31	37	253	393	270	14.8	15.0	14.4
Max.:			63	65	56	312	653	384	16.4	17.0	15.7

2007: 18 au 21 juillet / *18 to 21 July*; 2008: 16 au 18 juillet / *16 to 18 July*; 2009: 15 au 18 juillet / *15 to 18 July*

Tableau 3. Nombre d'oeufs de maquereau bleu (échantillon en entier) triés par stade de développement pour les stations des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.

Table 3. Number of Atlantic mackerel eggs (entire sample) sorted by stage of development for the stations of the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

STATION	2004 STADE / STAGE						2005 STADE / STAGE					
	1	2	3	4	5	TOTAL	1	2	3	4	5	TOTAL
1	6	6	4	0	0	16	8	4	11	5	0	28
2	7	0	2	0	0	9	24	22	16	12	3	77
3	9	0	0	0	0	9	184	35	38	14	10	281
4	78	0	0	0	0	78	58	4	7	1	6	76
5	6	0	0	0	1	7	37	0	9	2	3	51
6	6	0	0	2	0	8	27	12	40	39	1	119
7	22	3	4	3	0	32	67	13	16	7	1	104
8	11	8	4	2	1	26	41	37	41	25	6	150
9	3	2	8	3	0	16	80	8	58	18	0	164
10	20	0	0	0	0	20	175	9	19	12	1	216
11	29	0	0	0	1	30	79	3	9	5	1	97
12	32	0	0	0	0	32	55	3	5	6	1	70
13	8	0	0	0	0	8	29	7	3	0	2	41
14	9	7	1	1	0	18	66	36	27	9	8	146
15	2	0	0	0	0	2	47	42	36	14	2	141
16	10	4	1	0	0	15	26	18	46	24	0	114
17	21	0	2	1	4	28	128	42	42	24	12	248
18	31	4	6	5	1	47	60	35	37	8	1	141
19	4	2	0	0	0	6	11	2	3	4	2	22
20	2	5	1	1	0	9	3	2	7	5	0	17
21	21	0	0	0	1	22	8	2	3	1	0	14
22	6	0	4	0	1	11	16	13	10	4	0	43
23	30	4	4	0	1	39	78	28	17	5	0	128
24	44	0	1	1	0	46	91	10	7	10	2	120
25	0	0	0	0	0	0	112	8	46	28	6	200
26	1	0	0	0	1	2	45	9	18	18	1	91
27	1	1	0	0	1	3	13	13	3	14	1	44
28	27	0	0	0	0	27	12	8	5	1	1	27
29	4	2	8	4	1	19	23	6	5	6	4	44
30	38	7	6	0	1	52	46	4	2	3	1	56
31	8	1	1	0	0	10	11	7	8	3	1	30
32	11	0	0	0	0	11	22	13	15	5	0	55
33	0	0	0	0	0	0	8	5	7	5	0	25
34	10	0	1	0	0	11	5	2	1	0	1	9
35	1	0	0	0	0	1	8	2	4	5	0	19
36	10	5	3	0	0	18	6	2	4	3	0	15
37	42	11	5	1	2	61	11	11	4	5	0	31
38	0	0	0	0	0	0	2	1	2	3	0	8
39	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Σ:	570	72	66	24	17	749	1 723	478	631	353	78	3 263
Min.:	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Moy.: / Average:	14.6	1.8	1.7	0.6	0.4	19.2	44.2	12.3	16.2	9.1	2.0	83.7
Max.:	78	11	8	5	4	78	184	42	58	39	12	281

Tableau 4. Nombre d'oeufs de maquereau bleu (échantillon en entier) triés par stade de développement pour les stations des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2007, 2008 et 2009.

Table 4. Number of Atlantic mackerel eggs (entire sample) sorted by stage of development for the stations of the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2007, 2008, and 2009.

STATION	2007 STADE / STAGE						2008 STADE / STAGE						2009 STADE / STAGE					
	1	2	3	4	5	TOTAL	1	2	3	4	5	TOTAL	1	2	3	4	5	TOTAL
1	1	1	5	4	0	11	28	40	236	44	52	400	6	0	14	42	10	72
2	0	1	2	1	1	5	28	48	124	48	28	276	---	---	---	---	---	---
3	10	3	2	0	0	15	---	---	---	---	---	---	43	9	13	12	8	85
4	0	0	0	0	0	0	45	2	7	0	7	61	11	4	5	0	2	22
5	2	5	15	9	0	31	17	2	26	21	5	71	44	21	30	12	4	111
6	5	0	4	3	0	12	24	0	104	96	8	232	---	---	---	---	---	---
7	2	0	0	2	0	4	120	88	152	88	56	504	37	35	38	33	5	148
8	10	3	0	1	1	15	108	8	34	20	8	178	1	2	2	2	0	7
9	3	0	1	1	0	5	93	5	2	1	0	101	1	3	2	4	0	10
10	0	0	0	1	0	1	18	16	54	48	8	144	---	---	---	---	---	---
11	2	0	0	2	1	5	104	2	78	80	0	264	9	18	13	3	3	46
12	6	0	0	1	1	8	146	10	66	38	4	264	6	4	9	4	2	25
13	4	2	5	0	1	12	336	360	704	112	160	1 672	31	19	4	2	3	59
14	0	0	0	0	0	0	3	15	18	7	3	46	3	4	1	0	0	8
15	2	0	3	2	0	7	2	0	4	1	0	7	3	1	2	0	2	8
16	2	2	10	4	0	18	44	44	132	48	16	284	156	28	10	31	7	232
17	1	0	0	2	0	3	388	24	28	40	4	484	162	20	5	0	16	203
18	0	0	0	0	0	0	36	36	228	152	16	468	8	3	1	0	0	12
19	0	0	0	1	0	1	19	10	49	31	3	112	2	0	0	1	0	3
20	5	5	10	6	0	26	5	1	15	26	1	48	127	8	6	6	16	163
21	3	1	15	9	2	30	92	24	66	44	0	226	256	124	136	100	56	672
22	---	---	---	---	---	---	94	20	64	72	2	252	240	14	22	22	10	308
23	0	0	0	0	0	0	22	5	2	0	0	29	---	---	---	---	---	---
24	7	7	9	8	0	31	4	2	20	18	0	44	130	92	96	16	40	374
25	17	3	16	24	0	60	9	1	11	23	4	48	93	11	31	16	4	155
26	1	2	11	17	1	32	30	2	7	3	6	48	17	3	4	3	1	28
27	0	0	0	0	0	0	54	26	102	36	6	224	102	7	7	10	4	130
28	0	0	0	0	0	0	17	7	8	1	1	34	40	0	1	2	8	51
29	43	24	3	2	3	75	22	0	24	0	0	46	5	0	0	0	0	5
30	2	0	2	0	0	4	115	13	147	69	11	355	42	3	1	4	1	51
31	18	0	0	0	0	18	29	19	75	18	0	141	149	15	3	4	6	177
32	10	2	3	0	0	15	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	1
33	17	3	10	6	0	36	5	1	9	5	0	20	3	1	4	2	1	11
34	12	14	60	9	0	95	26	18	112	70	0	226	3	8	21	11	1	44
35	9	8	20	36	0	73	320	120	152	384	48	1 024	---	---	---	---	---	---
36	25	4	15	66	0	110	616	24	496	160	16	1 312	44	200	104	48	48	444
37	23	8	8	5	0	44	186	32	136	24	8	386	56	32	23	26	14	151
38	11	1	3	6	0	21	7	2	20	8	0	37	14	3	1	0	1	19
39	13	2	1	0	0	16	2	4	6	2	2	16	4	6	7	2	1	20
40	8	3	6	7	0	24	7	3	47	23	0	79	---	---	---	---	---	---
41	57	31	11	13	1	113	120	38	104	96	6	364	24	27	12	8	6	77
42	5	1	0	0	0	6	6	7	7	0	0	20	2	7	9	7	1	26
43	10	2	1	1	0	14	4	2	4	3	4	17	1	1	3	8	0	13
44	58	18	9	4	7	96	270	22	86	22	4	404	10	2	5	2	0	19
45	2	0	0	1	0	3	80	19	30	13	2	144	---	---	---	---	---	---
46	9	0	0	0	0	9	104	0	138	80	10	332	---	---	---	---	---	---
Σ:	415	156	260	254	19	1 104	3 807	1 122	3 934	2 075	509	11 446	1 885	735	645	443	282	3 990
Min.:	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1
Moy.: / Average:	9.2	3.5	5.8	5.6	0.4	24.5	84.6	24.9	87.4	46.1	11.3	254.4	49.6	19.3	17.0	11.7	7.4	105.0
Max.:	58	31	60	66	7	113	616	360	704	384	160	1 672	256	200	136	100	56	672

Tableau 5. Nombre total (échantillon en entier) et abondance (n/m^3 and n/m^2) d'œufs de maquereau bleu des stades de développement 1 et 5 des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.

Table 5. Total number (entire sample) and abondance (nb/m^3 and nb/m^2) of Atlantic mackerel eggs of stages of development 1 and 5 from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

STATION	ŒUFS DES STADES 1 ET 5 / *EGGS OF STAGES 1 AND 5*					
	Total		Abondance (n/m^3) / *Abundance (nb/m^3)*		Abondance (n/m^2) / *Abundance (nb/m^2)*	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
1	6	8	0.02	0.03	1.01	1.49
2	7	27	0.03	0.12	1.29	4.59
3	9	194	0.03	0.70	0.85	8.76
4	78	64	0.30	0.24	8.52	7.01
5	7	40	0.03	0.14	1.34	4.60
6	6	28	0.02	0.09	0.98	5.09
7	22	68	0.09	0.21	3.99	7.02
8	12	47	0.04	0.16	1.94	5.76
9	3	80	0.01	0.31	0.70	18.12
10	20	176	0.07	0.63	1.39	5.07
11	30	80	0.12	0.32	4.37	8.29
12	32	56	0.11	0.20	5.01	7.21
13	8	31	0.03	0.11	1.64	4.21
14	9	74	0.02	0.25	1.07	8.66
15	2	49	0.01	0.18	0.23	5.55
16	10	26	0.04	0.09	1.40	2.79
17	25	140	0.10	0.55	2.84	9.69
18	32	61	0.11	0.20	5.16	7.45
19	4	13	0.02	0.06	1.01	2.75
20	2	3	0.01	0.02	0.35	0.75
21	22	8	0.09	0.03	4.53	1.22
22	7	16	0.04	0.07	1.60	2.27
23	31	78	0.11	0.30	1.81	3.73
24	44	93	0.17	0.39	5.18	10.09
25	0	118	0.00	0.42	0.00	12.21
26	2	46	0.01	0.17	0.36	5.33
27	2	14	0.01	0.06	0.32	2.17
28	27	13	0.09	0.05	2.09	1.30
29	5	27	0.02	0.10	0.30	1.35
30	39	47	0.16	0.17	1.81	2.04
31	8	12	0.03	0.05	0.37	0.46
32	11	22	0.04	0.11	0.99	2.37
33	0	8	0.00	0.04	0.00	0.85
34	10	6	0.04	0.02	0.44	0.31
35	1	8	0.00	0.03	0.04	0.30
36	10	6	0.04	0.02	0.53	0.15
37	44	11	0.18	0.05	2.27	1.30
38	0	2	0.00	0.01	0.00	0.37
39	0	1	0.00	0.00	0.00	0.03
Min.:	0	1	0	0	0	0
Moy.: / *Average*:	15.1	46.2	0.06	0.17	1.74	4.43
Max.:	78	194	0	1	9	18

Tableau 6. Nombre total (échantillon en entier) et abundance (n/m^3 and n/m^2) d'œufs de maquereau bleu des stades de développement 1 et 5 des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2007, 2008, et 2009.

Table 6. Total number (entire sample) and abundance (nb/m^3 and nb/m^2) of Atlantic mackerel eggs of stages of development 1 and 5 from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2007, 2008, and 2009.

STATION	ŒUFS DES STADES 1 ET 5 / *EGGS OF STAGES 1 AND 5*								
	Total			Abondance (n/m^3) / *Abundance (nb/m^3)*			Abondance (n/m^2) / *Abundance (nb/m^2)*		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
1	1	80	16	0.00	0.16	0.06	0.17	6.03	3.03
2	1	56	---	0.00	0.10	---	0.23	6.56	---
3	10	---	51	0.04	---	0.20	1.36	---	7.03
4	0	52	13	0.00	0.11	0.05	0.00	5.28	2.27
5	2	22	48	0.01	0.05	0.17	0.39	1.80	7.43
6	5	32	---	0.02	0.05	---	1.04	2.95	---
7	2	176	42	0.01	0.43	0.14	0.52	16.77	7.08
8	11	116	1	0.04	0.27	0.00	1.32	7.48	0.12
9	3	93	1	0.01	0.24	0.00	0.56	11.07	0.16
10	0	26	---	0.00	0.07	---	0.00	2.56	---
11	3	104	12	0.01	0.24	0.03	0.36	4.04	1.16
12	7	150	8	0.03	0.35	0.03	0.89	9.85	1.27
13	5	496	34	0.02	1.23	0.10	0.83	34.32	3.49
14	0	6	3	0.00	0.03	0.01	0.00	1.38	0.62
15	2	2	5	0.01	0.01	0.03	0.41	0.45	1.37
16	2	60	163	0.01	0.14	0.58	0.25	3.62	23.20
17	1	392	178	0.00	1.01	0.56	0.10	21.69	11.15
18	0	52	8	0.00	0.12	0.03	0.00	3.51	0.99
19	0	22	2	0.00	0.05	0.01	0.00	2.12	0.40
20	5	6	143	0.02	0.01	0.59	0.57	0.30	14.75
21	5	92	312	0.02	0.24	1.09	0.33	4.19	23.95
22	---	96	250	---	0.24	0.87	---	2.04	7.83
23	0	22	---	0.00	0.05	---	0.00	1.03	---
24	7	4	170	0.03	0.01	0.73	0.43	0.17	10.91
25	17	13	97	0.06	0.03	0.44	1.07	0.48	6.65
26	2	36	18	0.01	0.09	0.08	0.09	0.91	0.76
27	0	60	106	0.00	0.16	0.35	0.00	2.37	5.20
28	0	18	48	0.00	0.04	0.17	0.00	1.21	5.91
29	46	22	5	0.19	0.06	0.02	1.96	0.55	0.18
30	2	125	43	0.01	0.31	0.16	0.15	4.90	2.66
31	18	29	155	0.07	0.07	0.50	1.96	1.48	17.36
32	10	3	1	0.03	0.01	0.01	1.41	0.29	0.39
33	17	5	4	0.07	0.02	0.01	3.27	1.01	0.68
34	12	26	4	0.05	0.10	0.02	2.30	3.85	0.79
35	9	368	---	0.03	0.93	---	1.17	10.15	---
36	25	632	92	0.10	1.53	0.29	3.31	29.55	10.20
37	23	194	70	0.10	0.43	0.27	5.24	19.94	14.18
38	11	7	15	0.05	0.03	0.05	2.46	1.80	2.59
39	13	4	5	0.05	0.02	0.03	2.55	0.74	1.54
40	8	7	---	0.03	0.02	---	1.20	0.53	---
41	58	126	30	0.23	0.29	0.08	9.20	8.44	2.74
42	5	6	3	0.02	0.03	0.01	0.99	1.76	0.60
43	10	8	1	0.04	0.02	0.00	1.95	0.86	0.21
44	65	274	10	0.26	0.62	0.04	8.95	15.52	1.56
45	2	82	---	0.01	0.18	---	0.43	8.45	---
46	9	114	---	0.04	0.27	---	0.90	3.98	---
Min.:	0	2	1	0.00	0.01	0.00	0.00	0.17	0.12
Moy.: / *Average:*	9.6	95.9	57.0	0.04	0.23	0.21	1.34	5.95	5.33
Max.:	65	632	312	0.26	1.53	1.09	9.20	34.32	23.95

Tableau 7. Temps d'incubation (h) des oeufs de maquereau bleu des stades de développement 1 et 5 et production quotidienne d'œufs (n/m^2) des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.

Table 7. Incubation time (hr) of Atlantic mackerel eggs of stages of development 1 and 5 and daily egg production (nb/m^2) from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

STATION	TEMPS D'INCUBATION (h) / *INCUBATION TIME (hr)*		PRODUCTION QUOTIDIENNE D'ŒUFS (n/m^2) / DAILY EGG PRODUCTION (nb/m^2)	
	2004	2005	2004	2005
1	37.2	30.8	0.65	1.16
2	37.6	32.0	0.83	3.44
3	39.1	33.3	0.52	6.32
4	37.6	34.9	5.43	4.82
5	41.0	35.2	0.79	3.13
6	35.1	28.4	0.67	4.31
7	34.1	29.4	2.81	5.73
8	34.4	30.5	1.35	4.53
9	37.7	31.7	0.44	13.70
10	38.6	31.6	0.86	3.86
11	39.7	33.8	2.64	5.88
12	39.2	33.4	3.07	5.19
13	39.9	34.3	0.98	2.94
14	35.7	31.1	0.72	6.69
15	37.7	31.9	0.15	4.17
16	37.8	33.0	0.89	2.03
17	38.0	32.6	1.80	7.13
18	34.6	29.9	3.59	5.98
19	37.4	32.7	0.65	1.80
20	39.0	33.8	0.22	0.53
21	40.3	33.9	2.70	0.86
22	37.5	31.9	1.02	1.71
23	35.0	33.3	1.24	2.68
24	35.5	34.1	3.50	7.11
25	37.4	29.1	0.00	10.08
26	40.0	30.5	0.22	4.19
27	40.9	31.5	0.19	1.65
28	32.2	26.0	1.56	1.20
29	30.8	27.7	0.23	1.17
30	35.7	29.6	1.21	1.65
31	36.1	34.1	0.25	0.33
32	37.2	34.7	0.64	1.64
33	36.8	35.1	0.00	0.58
34	36.7	30.2	0.29	0.25
35	34.9	28.2	0.03	0.26
36	29.9	26.3	0.43	0.14
37	36.0	33.5	1.51	0.93
38	37.0	34.8	0.00	0.25
39	36.2	29.7	0.00	0.02
Min.:	29.9	26.0	0.00	0.02
Moy.: / *Average*:	36.9	31.8	1.13	3.33
Max.:	41.0	35.2	5.43	13.70

Tableau 8. Temps d'incubation (h) des oeufs de maquereau bleu des stades de développement 1 et 5 et production quotidienne d'œufs (n/m^2) des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2007, 2008, et 2009.

Table 8. Incubation time (hr) of Atlantic mackerel eggs of stages of development 1 and 5 and daily egg production (nb/m^2) from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2007, 2008, and 2009.

STATION	TEMPS D'INCUBATION (h) / *INCUBATION TIME (hr)*			PRODUCTION QUOTIDIENNE D'ŒUFS (n/m^2) / DAILY EGG PRODUCTION (nb/m^2)		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
1	29.1	31.2	33.9	0.14	4.63	4.28
2	27.8	30.1	---	0.19	5.24	---
3	30.6	---	37.8	1.06	---	11.08
4	32.6	35.0	37.9	0.00	3.62	3.58
5	---	29.8	34.1	---	1.45	10.57
6	31.0	32.1	---	0.81	2.20	---
7	30.7	32.4	36.2	0.41	12.41	10.67
8	31.1	33.6	37.5	1.02	5.34	0.18
9	32.9	35.2	---	0.41	7.54	---
10	32.8	32.6	---	0.00	1.88	---
11	33.4	31.3	39.1	0.26	3.09	1.89
12	31.6	32.8	39.1	0.68	7.21	2.07
13	31.7	28.9	---	0.63	28.46	---
14	35.4	30.4	31.8	0.00	1.09	0.82
15	32.6	32.2	39.7	0.30	0.33	2.26
16	31.9	30.1	32.3	0.18	2.89	31.19
17	33.3	30.7	31.2	0.07	16.96	14.50
18	35.0	30.0	31.5	0.00	2.81	1.30
19	32.6	31.7	32.9	0.00	1.61	0.55
20	29.2	25.5	---	0.47	0.28	---
21	29.6	26.9	28.4	0.27	3.74	28.34
22	---	31.6	32.2	---	1.55	10.51
23	33.7	31.9	---	0.00	0.78	---
24	27.7	28.7	27.7	0.37	0.14	12.60
25	29.1	26.6	31.2	0.89	0.43	8.65
26	28.8	---	28.1	0.08	---	0.89
27	33.8	32.1	30.1	0.00	1.77	6.53
28	---	31.9	30.1	---	0.91	7.42
29	30.2	---	32.2	1.56	---	0.24
30	33.8	31.4	30.7	0.11	3.75	3.40
31	35.2	31.1	30.6	1.33	1.14	22.16
32	32.4	32.2	32.7	1.05	0.21	0.54
33	30.5	26.8	30.1	2.57	0.90	0.85
34	27.4	25.7	29.7	2.01	3.60	0.98
35	28.1	24.5	---	1.00	9.95	---
36	25.9	25.4	29.2	3.07	27.95	12.21
37	29.8	28.2	28.7	4.22	16.97	16.98
38	28.4	28.7	32.0	2.08	1.50	3.45
39	30.3	28.0	31.0	2.01	0.63	1.98
40	29.5	28.1	---	0.97	0.45	---
41	28.3	28.7	28.1	7.80	7.07	3.20
42	29.5	29.6	31.9	0.81	1.43	0.80
43	29.7	28.7	31.9	1.57	0.72	0.28
44	29.9	29.6	29.1	7.18	12.58	1.90
45	31.0	29.6	---	0.33	6.85	---
46	29.4	30.3	---	0.74	3.16	---
Min.:	25.9	24.5	27.7	0.00	0.14	0.18
Moy.: / *Average*:	30.9	30.0	32.3	1.13	5.05	6.82
Max.:	35.4	35.2	39.7	7.80	28.46	31.19

Tableau 9. Paramètres des variogrammes isotropiques utilisés pour le calcul de la production quotidienne moyenne d'œufs (n/m^2) par krigeage des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet, de 2004 à 2009.

Table 9. Parameters of the isotropic variograms used to calculate the average daily egg production (nb/m^2) by kriging from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July, from 2004 to 2009.

ANNÉE / *YEAR*	MODÈLE * / *MODEL*	PÉPITE / *NUGGET* (C0)	PLATEAU / *SILL* (C0 + C)	ÉTENDUE / *RANGE* (A0)	r^2	SCR (somme des carrées des résidus) / *RSS* *(residuals sum of square)*
2004	Exponentiel / *Exponential*	0.99	3.49	8.30	0.77	9.37E-02
2005	Sphérique / *Spherical*	0.01	13.63	10.12	0.85	1.65E+00
2007	Sphérique / *Spherical*	0.00	2.93	35.50	0.90	6.45E-01
2008	Sphérique / *Spherical*	0.10	53.68	22.40	0.92	1.58E+02
2009	Sphérique / *Spherical*	0.10	74.56	26.90	0.93	2.40E+02

* Modèle sphérique / *Spherical model*

$$\gamma(h) = \begin{cases} C0 + C \left[.5\left(\frac{h}{A_0}\right) - 0.5\left(\frac{h}{A_0}\right)^3 \right] & \text{si / if } h \leq A_0, \text{ et / and } C0 + C \\ C0 + C & \text{autrement / otherwise} \end{cases}$$

Modèle exponentiel / *Exponential model*: $\gamma(h) = 1 - \exp\left(-\frac{3h}{A_0}\right)$

où h est un vecteur de distance ayant une valeur et une direction / *where h is a vector of distance having a value and a direction*

Tableau 10. Production quotidienne moyenne d'oeufs de maquereau bleu (n/m^2), variance, CV, et intervalles de confiance (95 %) calculés par krigeage pour les surfaces couvertes par les relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve, de 2004 à 2009.

Table 10. Atlantic mackerel mean daily egg production (nb/m^2), variance, CV, and confidence intervals (95%) calculated by kriging for the areas covered by the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland, from 2004 à 2009.

SURFACE * / *AREA* *	ANNÉE / *YEAR*	PRODUCTION QUOTIDIENNE D'ŒUFS (n/m^2) / *DAILY EGG PRODUCTION (nb/m^2)*	VARIANCE**	CV	INTERVALLE DE CONFIANCE À 95 % / *95% CONFIDENCE INTERVAL*	
					Limite inférieure / *Lower Limit*	Limite supérieure / *Upper Limit*
2004-2005	2004	1.74	0.07	0.15	1.23	2.25
	2005	4.31	0.16	0.03	3.53	5.08
	2007	0.47	0.04	0.41	0.10	0.84
	2008	4.30	0.74	0.20	2.62	5.99
	2009	7.61	1.25	0.15	5.41	9.80
SGB	2004	---	---	---	---	---
	2005	---	---	---	---	---
	2007	0.46	1.10	2.26	-1.59	2.52
	2008	4.35	12.34	0.81	-2.53	11.24
	2009	7.73	21.60	0.60	-1.38	16.84
2007-2009	2004	---	---	---	---	---
	2005	---	---	---	---	---
	2007	1.08	0.02	0.14	0.79	1.37
	2008	4.68	0.48	0.15	3.33	6.04
	2009	6.03	0.82	0.15	4.26	7.80

* 2004-2005: Du sud de Bonne Bay à la baie de Port au Port / *From south of Bonne Bay to Port au Port Bay*;
SGB: Baie St-George / *St. George's Bay*;
2007-2009: Du sud de Bonne Bay à la baie St-George / *From south of Bonne Bay to St. George's Bay*

** Selon / *According to* Pelletgas and Lafont (1997)

Tableau 11. Caractéristiques des saisons de ponte du maquereau bleu calculées selon les modèles logistiques décrivant les changements journaliers de l'indice gonado-somatique.

Table 11. Characteristics of the Atlantic mackerel spawning seasons calculated from the logistic models describing the daily changes in the gonadosomatic index.

ANNEE / *YEAR*	JOUR DE L'ANNEE / *DAY OF THE YEAR*			
	$f(x_1)$=2.5%	f(x) max.	$f(x_2)$=97.5%	Durée de la ponte (D)* / *Spawning duration (D)* *
2004	169	175	199	30
2005	166	173	199	33
2007	172	178	195	23
2008	171	176	193	22
2009	153	174	197	44
Min.:	153	173	193	22
Moy.: / ***Average*:**	166	175	197	30
Max.:	172	178	199	44

* Durée de la ponte / *Spawning duration (D)* $X_{f\,97.5\%} - X_{f\,2.5\%}$

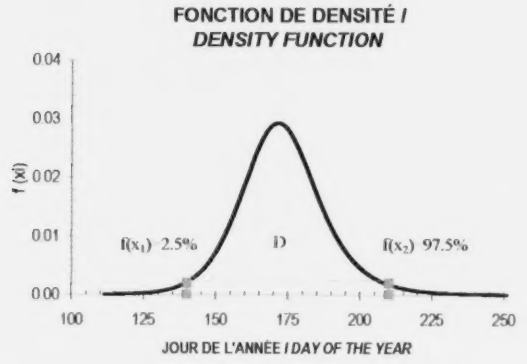


Tableau 12. Paramètres des modèles logistiques utilisés pour décrire les changements journaliers de l'indice gonado-somatique et proportion d'œufs pondus à la date médiane des relevés.

Table 12. Parameters of the logistic models used to describe the daily changes in the gonadosomatic index values and proportion of eggs spawned at the median date of the surveys.

ANNÉE / *YEAR*	PARAMÈTRES - MODÈLE LOGISTIQUE- * *PARAMETERS -LOGISTIC MODEL-* *				SEE**	r^2	PROPORTION
	a	b	x0	y0			
2004	10.55	29.09	175.60	0.51	0.991	0.938	0.0036
2005	16.03	26.66	173.70	0.46	0.949	0.962	0.0023
2007	12.34	38.25	176.99	0.53	0.623	0.979	0.0005
2008	10.35	39.53	176.68	0.50	0.768	0.963	0.0015
2009	11.50	29.15	174.04	0.41	0.644	0.978	0.0028

* $$y = y_0 + \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b\right]}$$

** Erreur-type de l'estimation / *Standard error of the estimate*

Tableau 13. Production totale d'oeufs (n) de maquereau bleu et biomasse reproductrice (t) calculées à partir des données des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en 2004 et 2005.

Table 13. Atlantic mackerel total egg production (nb) and spawning biomass (t) from the data of the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

ANNÉE* / *YEAR**	PRODUCTION TOTALE D'ŒUFS / *TOTAL EGG PRODUCTION*	MÉTHODE DE LA PRODUCTION TOTALE D'ŒUFS (MPTO) / *TOTAL EGG PRODUCTION METHOD (TEPM)*		
	NOMBRE / *NUMBER*	BIOMASSE REPRODUCTRICE (t) / *SPAWNING BIOMASS (t)*	INTERVALLE DE CONFIANCE À 95 % / *95% CONFIDENCE INTERVAL* Limite inférieure / *Lower Limit*	Limite supérieure / *Upper Limit*
2004	1.24E+11	1 466	1 213	1 720
2005	2.85E+11	5 692	4 793	6 590

* Pour une aire d'échantillonnage de 2.470×10^9 m^2 / *For a sampling area of* 2.470×10^9 m^2

Tableau 14. Production totale d'oeufs (n) de maquereau bleu et biomasse reproductrice (t) calculées pour différentes surfaces à partir des données des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve depuis 2004.

Table 14. Atlantic mackerel total egg production (nb) and spawning biomass (t) calculated for different areas from the data of the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland since 2004.

AIRE * / *AREA**	ANNÉE / *YEAR*	PRODUCTION TOTALE D'ŒUFS / *TOTAL EGG PRODUCTION*	MÉTHODE DE LA PRODUCTION TOTALE D'ŒUFS (MPTO) / *TOTAL EGG PRODUCTION METHOD (TEPM)*		
		NOMBRE / *NUMBER*	BIOMASSE REPRODUCTRICE (t) / *SPAWNING BIOMASS (t)*	INTERVALLE DE CONFIANCE À 95 % / *95% CONFIDENCE INTERVAL*	
				Limite inférieure / *Lower Limit*	Limite supérieure / *Upper Limit*
2004-2005	2004	1.53E+12	1 911	1 580	2 241
(3.214 x 10^9 m²)	2005	6.07E+12	7 417	6 246	8 588
	2007	3.28E+12	3 922	2 768	5 076
	2008	9.52E+12	12 321	9 491	15 151
	2009	8.63E+12	11 803	10 006	13 599
SGB	2004	---	---	---	---
(1.512 x 10^9 m²)	2005	---	---	---	---
	2007	1.52E+12	1 821	-347	3 989
	2008	4.53E+12	5 865	3 146	8 583
	2009	4.13E+12	5 641	3 770	7 512
2007-2009	2004	---	---	---	---
(4.718 x 10^9 m²)	2005	---	---	---	---
	2007	1.11E+13	13 234	10 355	16 113
	2008	1.52E+13	19 682	15 372	23 991
	2009	1.00E+13	13 729	11 630	15 829

* 2004-2005: Du sud de Bonne Bay à la baie de Port au Port / *From south of Bonne Bay to Port au Port Bay*;
SGB: Baie St-George / *St. George's Bay*;
2007-2009: Du sud de Bonne Bay à la baie St-George / *From south of Bonne Bay to St. George's Bay*

Tableau 15. Paramètres biologiques utilisés dans le calcul des biomasses reproductrices du maquereau bleu de la côte ouest de Terre-Neuve depuis 2004.

Table 15. Biological parameters used in the calculation of the Atlantic mackerel spawning biomasses of the west coast of Newfoundland since 2004.

ANNÉE / *YEAR*	PROPORTION		POIDS (g) / *WEIGHT (g)*		FÉCONDITÉ (n) / *FECUNDITY (nb)*	
	Femelle / *Female*	Variance	Moyenne / *Average*	Variance	Moyenne / *Average*	Variance
2004	0.5176	0.0009	352.70	3 524	546 061	1.63E+10
2005	0.5089	0.0012	354.31	10 519	569 694	1.43E+05
2007	0.5142	0.0006	341.31	10 642	554 931	1.97E+10
2008	0.5127	0.0010	338.92	10 821	510 906	1.59E+10
2009	0.5079	0.0009	342.18	7 651	492 810	1.29E+05

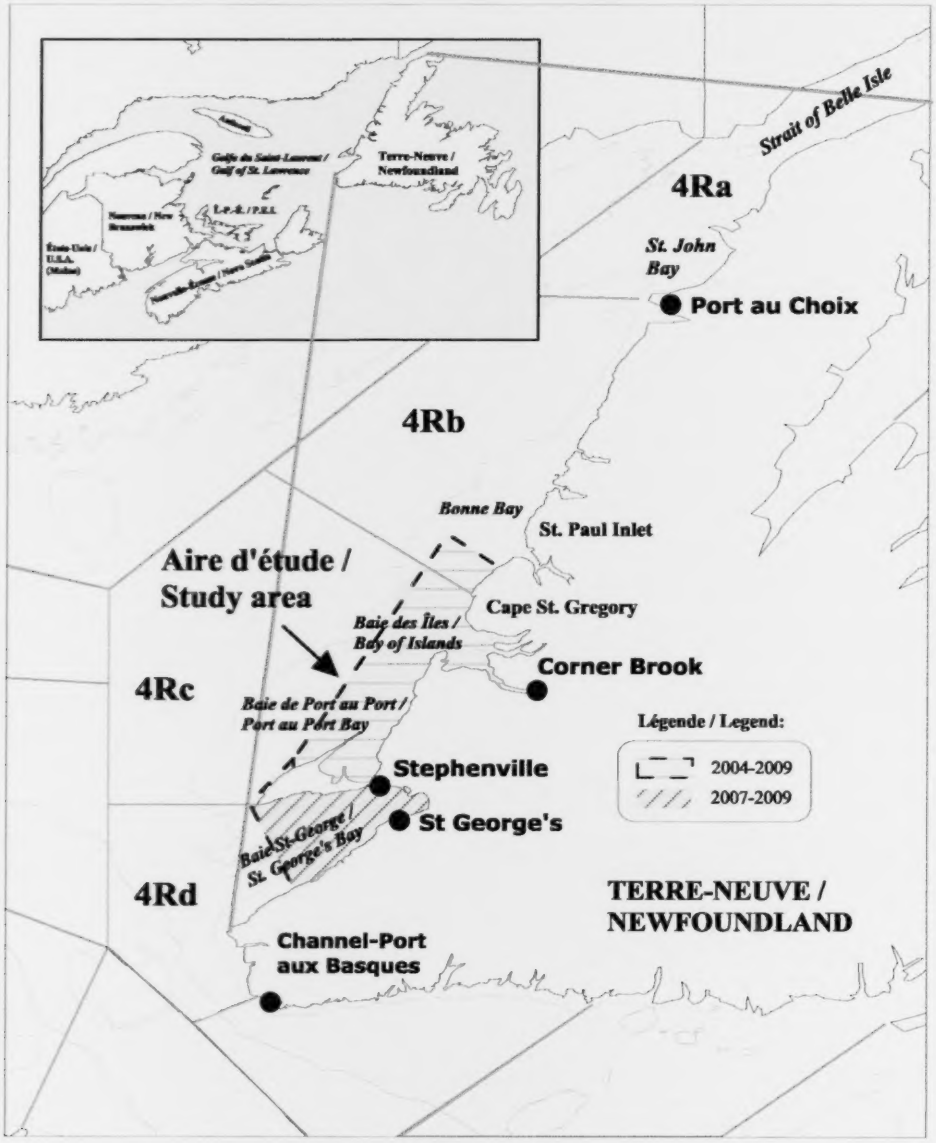


Figure 1. *Carte de la côte ouest de Terre-Neuve et des zones échantillonnées par les relevés d'ichtyoplancton depuis 2004 / Map of the west coast of Newfoundland and the areas sampled by the ichthyoplankton surveys since 2004.*

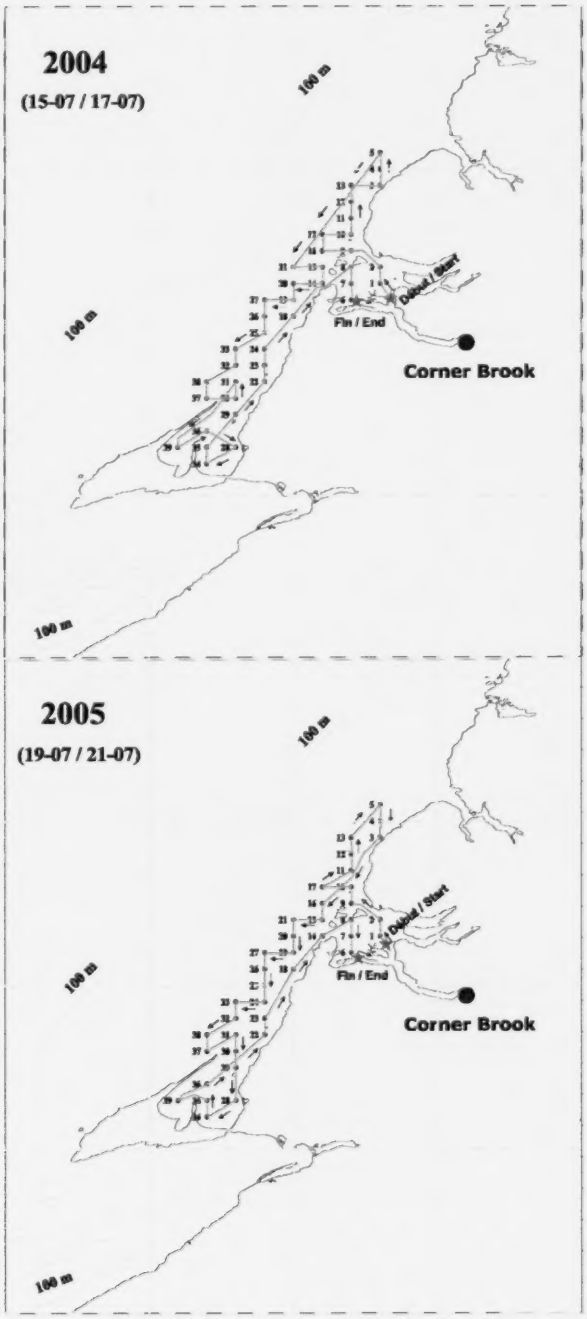


Figure 2. Cartes des stations échantillonnées et des itinéraires des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005 / Maps of the sampled stations and of the cruise tracks for the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

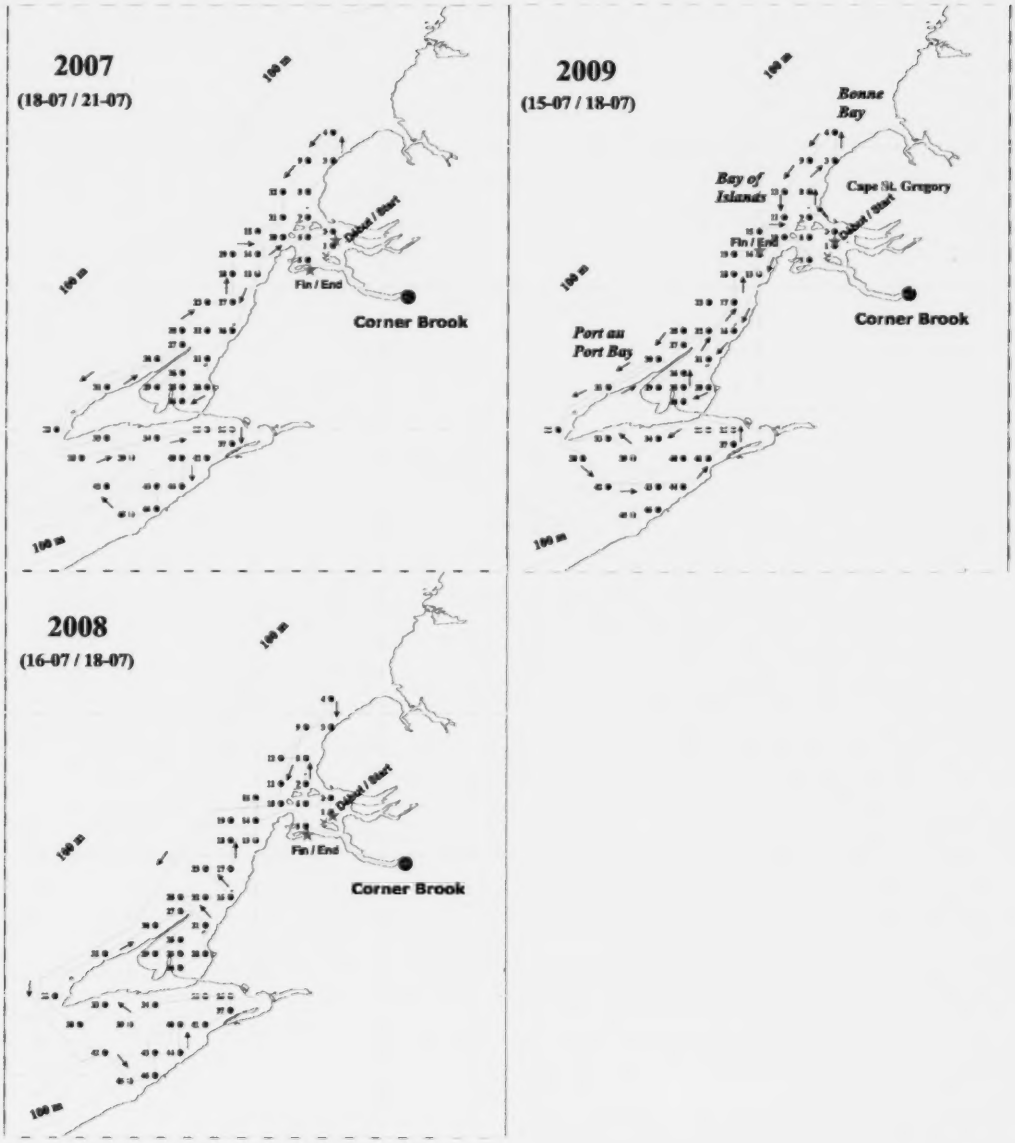


Figure 3. *Cartes des stations échantillonnées et des itinéraires des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2007, 2008 et 2009 / Maps of the sampled stations and of the cruise tracks for the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2007, 2008, and 2009.*

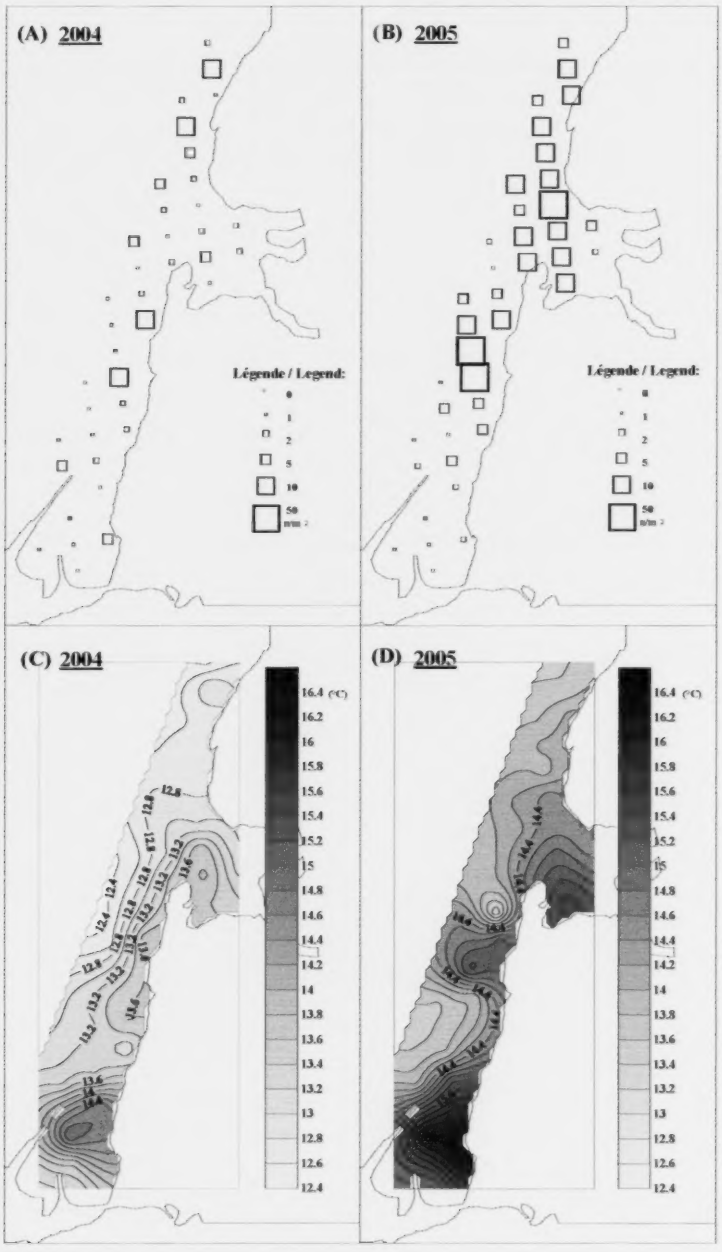


Figure 4. *Cartes des abondances (n/m^2) d'œufs (stades 1 et 5) de maquereau bleu (A et B) et températures moyennes (°C) (0-10 m) (C et D) des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005 / Maps of the Atlantic mackerel egg (stage 1 and 5) abundances (nb/m^2) (A and B) and mean water temperatures (°C) (0-10 m) (C and D) from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.*

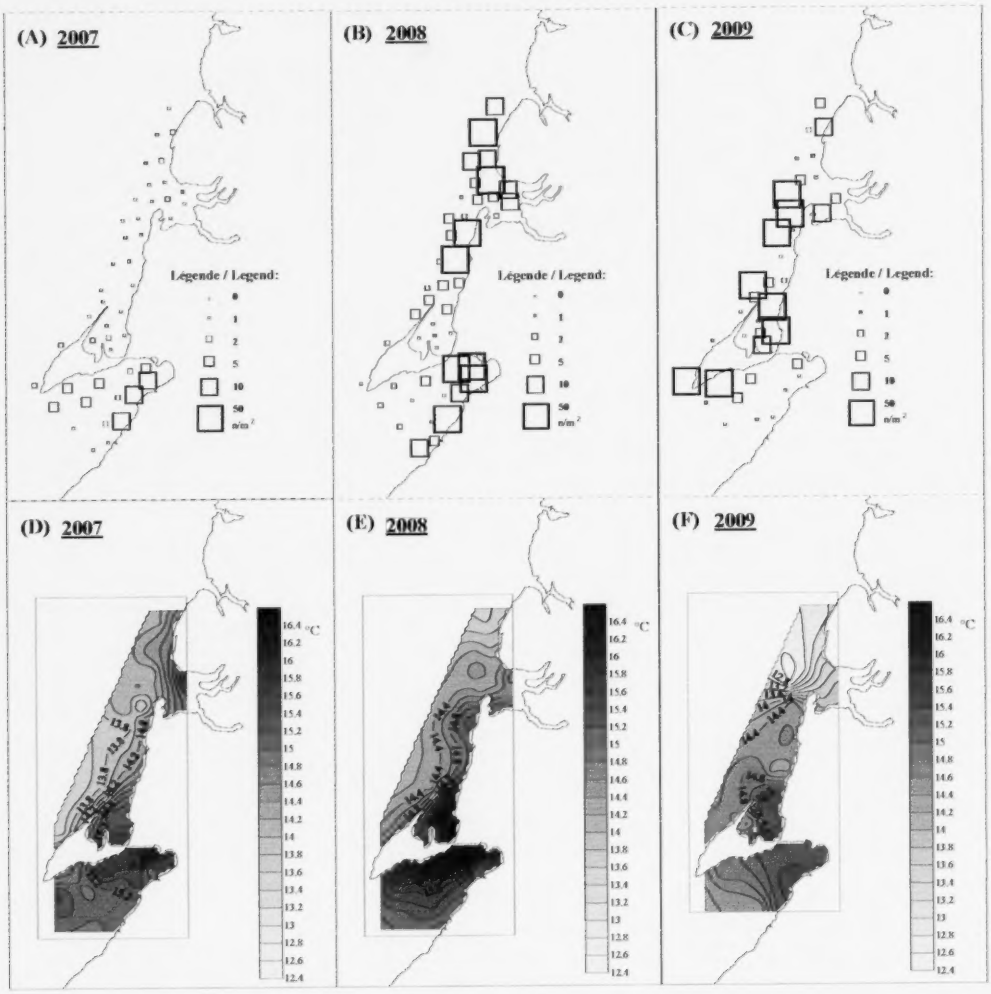


Figure 5. *Cartes des abondances (n/m^2) d'oeufs (stades 1 et 5) de maquereau bleu (A, B et C) et températures moyennes (°C) (0-10 m) (D, E et F) des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2007, 2008 et 2009 / Maps of the Atlantic mackerel egg (stage 1 and 5) abundances (nb/m^2) (A, B, and C) and mean water temperatures (°C) (0-10 m) (D, E, and F) from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2007, 2008, and 2009.*

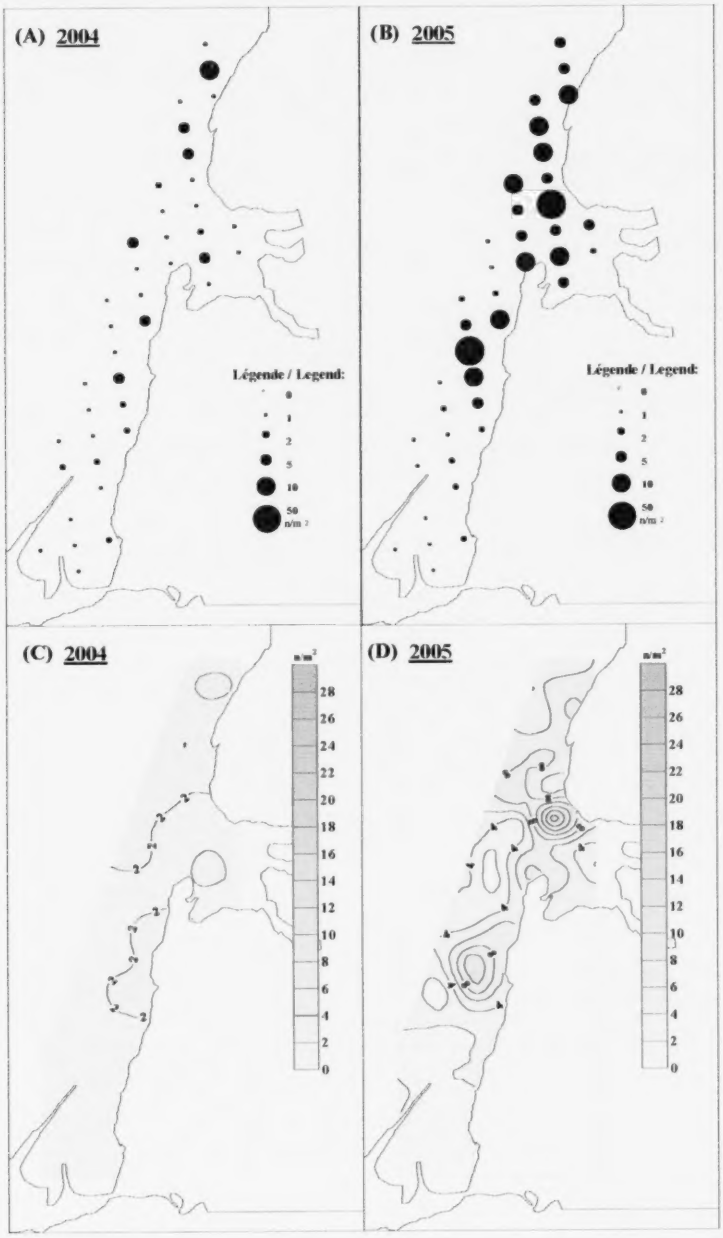


Figure 6. *Cartes des productions quotidiennes (n/m^2) d'oeufs (stades 1 et 5) de maquereau bleu observées (A et B) et krigées (C et D) des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005 / Maps of the Atlantic mackerel daily egg (stage 1 and 5) productions (nb/m^2) observed (A and B) and kriged (C and D) from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.*

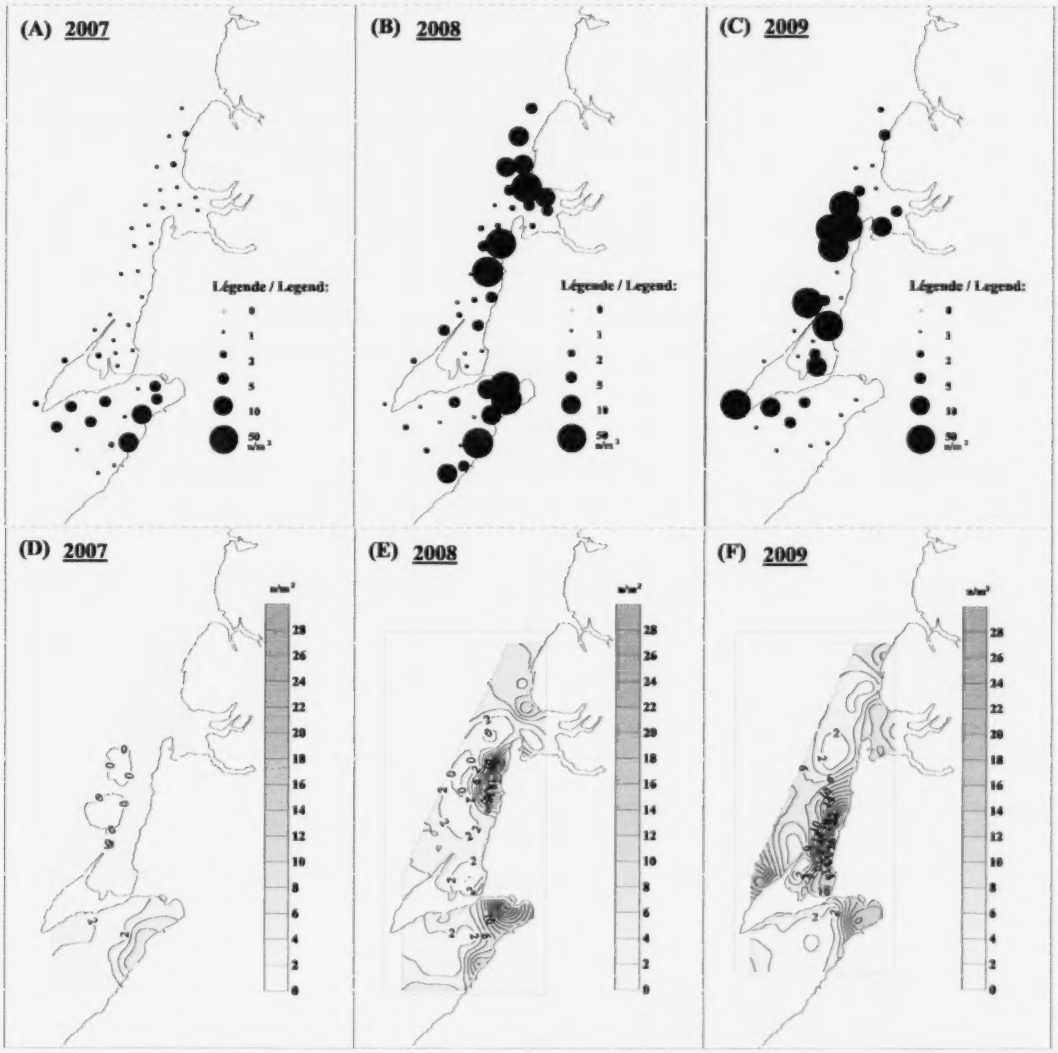


Figure 7. Cartes des productions quotidiennes (n/m^2) d'oeufs (stades 1 et 5) de maquereau bleu observées (A, B et C) et krigées (D, E et F) des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2007, 2008 et 2009 / Maps of the Atlantic mackerel daily egg (stage 1 and 5) productions (nb/m^2) observed (A, B, and C) and kriged (D, E, and F) from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2007, 2008, and 2009.

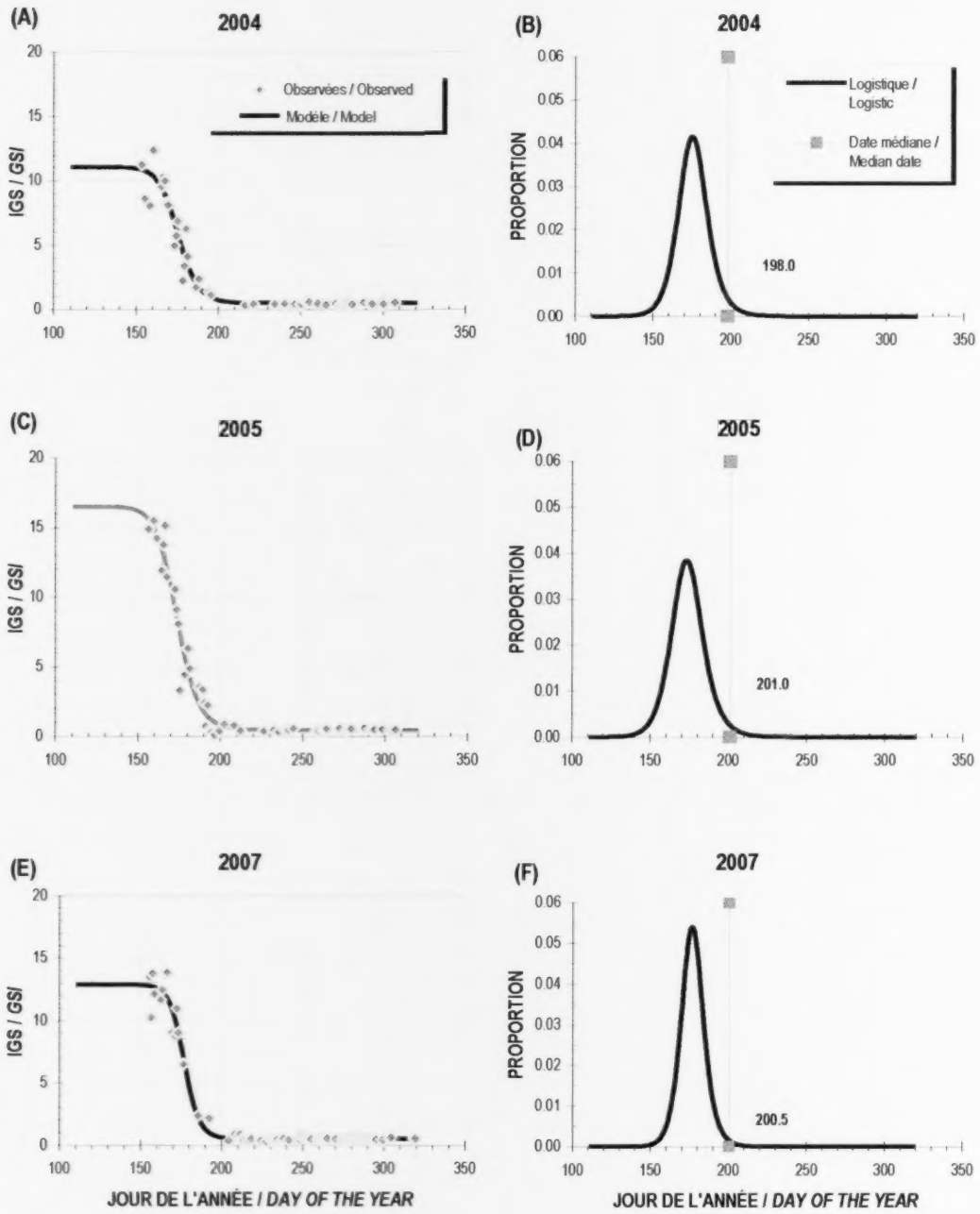


Figure 8. *Indice gonado-somatique (IGS) (valeurs observées et prédites) (A, C, E, G et I) et courbes de densité (B, D, F, H et J) décrivant la proportion d'œufs pondus quotidiennement dans le golfe du Saint-Laurent en 2004, 2005, 2007, 2008 et 2009 / Gonadosomatic indices (GSI) (observed and expected values) (A, C, E, G, and I) and density curves (B, D, F, H, and J) describing the proportion of eggs spawned daily in the Gulf of St. Lawrence in 2004, 2005, 2007, 2008, and 2009.*

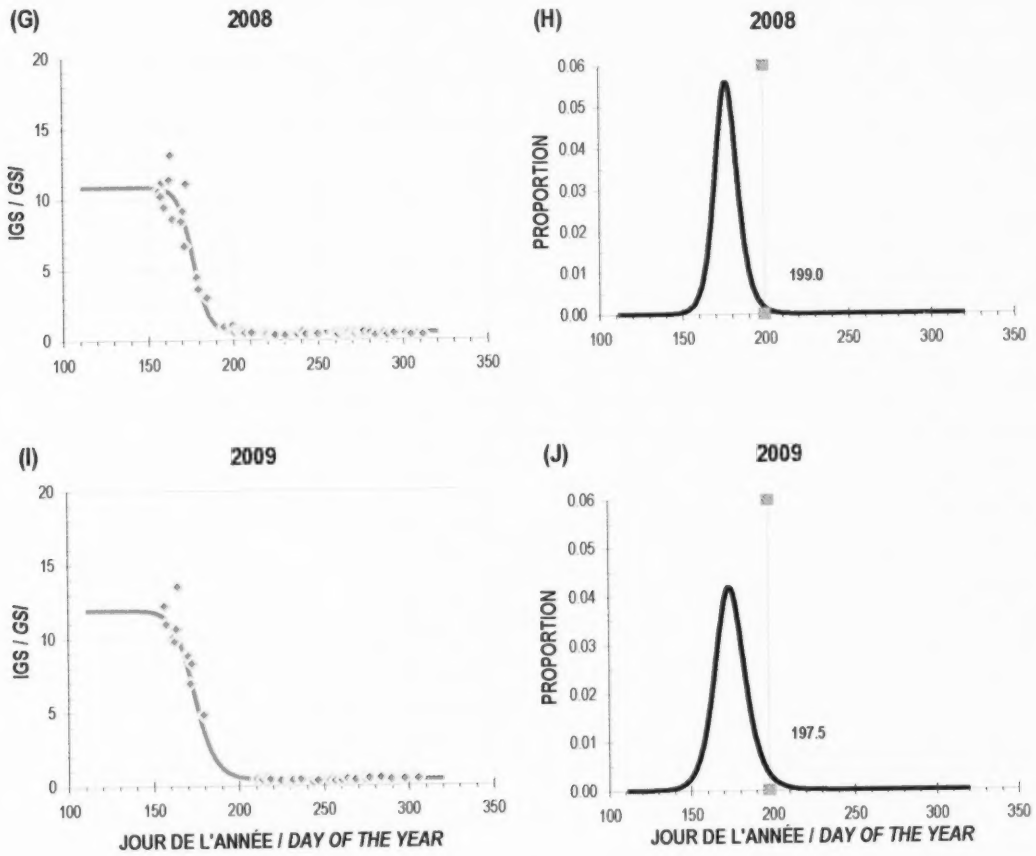
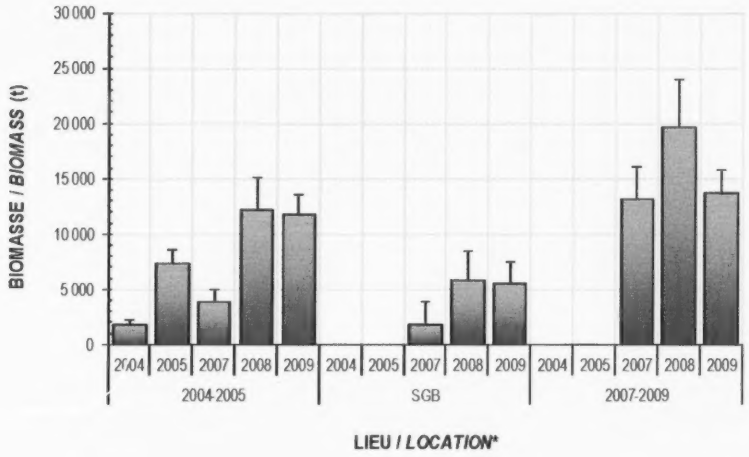


Figure 8. (Suite / Continued).



* 2004-2005: Du sud de Bonne Bay à la baie de Port au Port / *From south of Bonne Bay to Port au Port Bay* ;
SGB: Baie St-George / *St. George's Bay* ;
2007-2009: Du sud de Bonne Bay à la baie St-George / *From south of Bonne Bay to St. George's Bay*

Figure 9. ***Biomasse reproductrice (t) (avec intervalles de confiance à 95 %) du maquereau bleu calculée à partir des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve depuis 2004 / Spawning biomass (t) (with 95% confidence intervals) of Atlantic mackerel calculated from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland since 2004.***